



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado
CURSO 2018/19

***DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA
NEUMÁTICO PARA EL PALETIZADO INDUSTRIAL***

Grado en Ingeniería Mecánica

ALUMNA/O

Alejandro Méndez Torres

TUTORAS/ES

Dr. Ing. Javier Bouza Fernández
Dra. Ing. Carolina Camba Fabal

FECHA

SEPTIEMBRE 2019

1. TÍTULO Y RESUMEN

DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA NEUMÁTICO PARA EL PALETIZADO INDUSTRIAL

El presente Trabajo Fin de Grado engloba tanto el diseño e implementación del sistema industrial con objeto de realizar un paletizado, como su simulación en el Laboratorio para su testeo y optimización. El sistema se divide en un subsistema fundamentado en actuadores neumáticos complementado con un variador de potencia que permiten el transporte y posterior colocación óptima de cajas sobre pallets, y en un subsistema de control. Este último, no sólo gobierna los elementos actuadores, sino que supervisa el adecuado funcionamiento de la máquina y su seguridad. El programa de control y la interfaz hombre-máquina (HMI) se ha desarrollado mediante la plataforma de ingeniería TIA Portal de Siemens. Para la implementación del control se ha empleado el PLC S7-1200 de Siemens. El HMI diseñado permite no sólo controlar sino optimizar la operación de la máquina mediante información en tiempo real sobre sus estados y las distintas etapas por las que transcurre el proceso. Además, esta interfaz dispone de un registro de alarmas que proporciona y permite al trabajador garantizar su seguridad y la de la máquina.

En definitiva, la solución adoptada asegura la fiabilidad de todos los componentes mecánicos y eléctricos con su programa de control y su intuitiva interfaz de usuario. Se ha buscado la simplicidad con respecto a otras máquinas similares, lo que conlleva a un ahorro significativo en costes de producción y mantenimiento. Todo ello, sin mermar la condición prioritaria de seguridad humana y de la máquina.

DESEÑO E SIMULACIÓN DUN SISTEMA NEUMÁTICO PARA O PALETIZADO INDUSTRIAL

O presente Traballo Fin de Grao engloba tanto o deseño e implementación do sistema industrial con obxecto de realizar un paletizado, como a súa simulación no Laboratorio para o seu testeo e optimización. O sistema divídese nun subsistema fundamentado en actuadores pneumáticos complementado cun variador de potencia que permiten o transporte e posterior colocación óptima de caixas sobre palés e nun subsistema de control. Este último, non só goberna os elementos actuadores senón que supervisa o adecuado funcionamento da máquina e a súa seguridade. O programa de control e a interface home-máquina (HMI) desenvolveuse mediante a plataforma de enxeñería TIA Portal de Siemens. Para a implementación do control empregouse o PLC S7-1200 de Siemens. O HMI deseñado permite non só controlar senón optimizar a operación da máquina mediante información en tempo real sobre os seus estados e as distintas etapas polas que transcorre o proceso. Ademais, esta interface dispón dun rexistro de alarmas que proporciona e permite ao traballador garantir a súa seguridade e a da máquina.

En definitiva, a solución adoptada asegura a fiabilidade de todos os compoñentes mecánicos e eléctricos co seu programa de control e a súa intuitiva interface de usuario. Buscou a simplicidade con respecto a outras máquinas similares, o que conleva a un aforro significativo en custos de produción e mantemento. Todo iso, sen minugar a condición prioritaria de seguridade humana e da máquina.

DESIGN AND SIMULATION OF A PNEUMATIC SYSTEM FOR INDUSTRIAL PALLETIZING

This End of Degree Work encompasses both the design and implementation of the industrial system in order to perform a palletizing, and its simulation in the Laboratory for testing and optimization. The system is divided into a subsystem based on pneumatic actuators complemented by a power inverter that allows the transport and subsequent optimal

placement of boxes on pallets, and in a control subsystem. The latter not only governs the actuator elements but also monitors the proper operation of the machine and its safety. The control program and human-machine interface (HMI) has been developed using Siemens' TIA Portal engineering platform. Siemens PLC S7-1200 has been used for the implementation of the control. The designed HMI allows you to not only control but optimize machine operation using real-time information about your states and the different stages through which the process takes place. In addition, this interface has an alarm register that provides and allows the worker to guarantee their safety and that of the machine.

In short, the solution adopted ensures the reliability of all mechanical and electrical components with its control program and its intuitive user interface. Simplicity has been sought with respect to other similar machines, leading to significant savings in production and maintenance costs. All this, without underdoing the priority condition of human and machine safety.

ÍNDICE

1. TÍTULO Y RESUMEN	2
2. MEMORIA	9
2.1. INTRODUCCIÓN.....	9
2.2. OBJETIVOS	9
2.3. ANTECEDENTES	10
2.4. SITUACIÓN	11
2.5. PROMOTOR	11
2.6. DISPOSICIONES LEGALES	11
2.7. SOFTWARE EMPLEADO	11
2.8. METODOLOGÍA DE TRABAJO	12
2.9. ANÁLISIS PREVIO	13
2.9.1. MÁQUINA PALETIZADORA 1.....	13
2.9.2. MÁQUINA PALETIZADORA 2.....	14
2.9.3. MÁQUINA PALETIZADORA 3.....	15
2.9.4. MÁQUINA PALETIZADORA 4.....	15
2.10. ESPECIFICACIONES DEL DISEÑO	16
2.10.1. DESCRIPCIÓN GENERAL.....	16
2.10.2. PRESTACIONES.....	16
2.10.3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	17
2.10.4. ELEMENTOS DEL SISTEMA.....	21
2.10.4.1. MOTOR ELÉCTRICO SIEMENS TRIFÁSICO 0,18 KW.....	22
2.10.4.2. VARIADOR DE FRECUENCIA SIEMENS MICROMASTER 420.....	22
2.10.4.3. CINTA TRANSPORTADORA DE BANDA.....	23
2.10.4.4. CILINDROS.....	24
2.10.4.5. ELECTROVÁLVULAS.....	26
2.10.4.6. OTROS ELEMENTOS NEUMÁTICOS	27
2.10.4.7. PANTALLA KTP700	29
2.10.4.8. AUTÓMATA SIEMENS S7-1200	30
2.10.4.9. SENSORES	30
2.11. DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL.....	32
2.11.1. VARIABLES.....	33
2.11.1.1. ENTRADAS.....	33
2.11.1.2. SALIDAS	34
2.11.1.3. VARIABLES DE PROCESO	35
2.11.1.4. VARIABLES DE SUBPROGRAMA.....	36
2.11.2. PROGRAMA DE CONTROL	38
2.11.2.1. PROGRAMA PRINCIPAL	39
2.11.2.2. SUBPROGRAMAS.....	58

2.11.3. INTERFAZ TIA PORTAL	69
2.11.3.1. CONFIGURACIÓN TIA PORTAL.....	69
2.11.3.2. CONFIGURACIÓN PANTALLA KTP700	78
2.12. PROTOTIPO DE LABORATORIO.....	82
2.12.1. PLC.....	84
2.12.2. ACTUADORES NEUMÁTICOS.....	84
2.12.3. SENSORES.....	86
2.12.4. ELECTROVÁLVULAS	88
2.12.5. MOTOR Y VARIADOR	90
2.12.6. PANEL KTP 700 BASIC	91
2.12.7. FUENTE DE ALIMENTACIÓN 24V	91
2.12.8. OTROS ELEMENTOS.....	92
3. ANEXOS	95
3.1. MANUAL DE CONTROL (HMI)	95
3.2. DOCUMENTACIÓN ADICIONAL	100
3.2.1. PLC 1214 AC/DC/RELAY	100
3.2.2. PANEL KTP700 BASIC COLOR PN	109
3.2.3. ESCÁNER LÁSER DE ÁREA HOKUYO UST-05LN	118
3.2.4. SENSOR DE POSICIÓN DE CILINDROS	119
3.2.5. SENSOR OPTOELECTRÓNICO	120
3.2.6. VÁLVULA REGULADORA DE CAUDAL.....	123
3.2.7. VARIADOR SIEMENS MICROMASTER 420.....	124
3.2.8. CILINDROS DSNU FESTO	128
3.2.9. CILINDROS DSBC FESTO	133
3.2.10. MOTOR ELÉCTRICO SIEMENS.....	138
3.2.11. ELECTROVÁLVULA 3/2.....	139
3.2.12. ELECTROVÁLVULA 5/2.....	140
3.2.13. ELECTROVÁLVULA 5/3.....	142
3.2.14. ACTUADOR GIRATORIO DFPD.....	143
4. PLANOS	147
4.1. GRAFCET PROGRAMA PRINCIPAL.....	147
4.2. GRAFCET SUBPROGRAMA 1	149
4.3. GRAFCET SUBPROGRAMA 2	149
4.4. CONEXIONADO VARIADOR	150
4.5. INSTALACIÓN NEUMÁTICA.....	150
4.6. CONJUNTO MÁQUINA	153
4.7. DIAGRAMA DE CABLEADO CPU	155
5. PLIEGO DE CONDICIONES	158

5.1. CONDICIONES TÉCNICAS	158
5.1.1. REGLAS DE MANTENIMIENTO DEL AUTÓMATA	158
5.1.2. CABLEADO	158
5.1.3. ALIMENTACIÓN	159
5.1.4. MANTENIMIENTO BÁSICO GENERAL	159
5.1.5. NORMATIVA DE SEGURIDAD E HIGIENE	159
6. PRESUPUESTO	163
7. CONCLUSIONES	165
8. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS	166



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado

CURSO 2018/2019

DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA NEUMÁTICO PARA EL PALETIZADO INDUSTRIAL

Grado en Ingeniería Mecánica

Documento 1

MEMORIA

2. MEMORIA

2.1. INTRODUCCIÓN

La industria en general está atravesando una época de continuos cambios y actualizaciones, en la que el coste y el tiempo de producción juegan un papel fundamental. Por consiguiente, se ha generado un ambiente muy competitivo y de ahí que las empresas prioricen un menor coste de operación, un tiempo de producción más reducido a la hora de realizar trabajos de calidad, así como la plena seguridad para el operador en su puesto de trabajo. Es tarea del ingeniero, por tanto, la realización de un diseño lo más óptimo posible que cumpla los objetivos exigidos por la demanda.

Así pues, se decide desarrollar el presente Trabajo Fin de Grado, que plantea una solución de automatización para una línea de paletizado industrial. Sistemas de este tipo son ampliamente utilizados actualmente en la industria, en particular en el sector logístico.

Para realizar este proyecto se han tomado como base y punto de partida diversos sistemas de paletizado ya existentes en el mercado, que han servido para desarrollar un diseño más simple, económico y seguro. Se ha desarrollado una interfaz de usuario que permite dar las órdenes de mando, monitorizar el proceso y funcionamiento del sistema y supervisar la ausencia de averías y/o incidentes. Se ha empleado la plataforma de ingeniería TIA Portal de Siemens para codificar el algoritmo de control y desarrollar la interfaz hombre-máquina. Este software permite no sólo implementar el programa y el mando en el autómatas industrial sino también integrar de forma simple e intuitiva todos los componentes del sistema del control. El HMI, a su vez, está integrado por diversas pantallas donde se visualizan la botonera de mando, las alarmas y estados del proceso. Además, supervisa la seguridad humana y del proceso.

Para testear y optimizar el diseño propuesto se ha realizado un prototipo en el Laboratorio multidisciplinar de Hidráulica y Neumática y de Sistemas Eléctricos y Electrónicos del Buque. Este prototipo ha permitido asemejar el comportamiento real de la máquina y simular el funcionamiento y la seguridad del sistema de control diseñado. Con ello, se obtiene un feedback que permite la verificación del funcionamiento y la seguridad y la optimización del diseño propuesto.

Este trabajo se centrará fundamentalmente: en el diseño del programa de control, el desarrollo de la interfaz hombre-máquina, la elección de los componentes de control y actuación necesarios para implementarlo en la industria y el testeo de su funcionamiento y su seguridad. Por ello, quedarán fuera de las competencias del proyecto los detalles relativos al dimensionamiento de los elementos, cálculos estructurales y las instalaciones eléctricas de fuerza requeridas para la implantación real de la máquina.

2.2. OBJETIVOS

El sistema experto propuesto en este Trabajo Fin de Grado tiene por finalidad llevar a cabo la automatización de una máquina neumática para paletizado industrial, de forma que se optimice la producción y se reduzca el coste económico en el sector logístico.

Los objetivos a alcanzar con el sistema propuesto son:

1. Diferenciación de las distintas etapas del proceso de paletizado y visualización de las mismas desde un único punto de control, reduciendo la presencia humana a un único operario, que podrá atender a otros procesos de la planta simultáneamente.

2. Sincronización de todas las secuencias automáticas del proceso con el fin de mejorar la eficiencia del sistema, lo que reducirá los costes, los tiempos de producción y aumentará los niveles de calidad obtenidos.
3. Reducción del número de errores humanos, proporcionando al trabajador la información en tiempo real necesaria para obtener un conocimiento detallado del estado de la máquina, mediante una pantalla de control simple e intuitiva, que incluya un sistema de registros y alarmas. Con ello, se consigue aumentar la seguridad de las personas y por tanto evitar cualquier posible riesgo de accidente.

Para alcanzar dichos objetivos:

- a) Se han estudiado diferentes sistemas automáticos de paletizado industrial, analizando las ventajas e inconvenientes de todos ellos. Esto se ha realizado desde dos facetas: por un lado, se observa la secuencia de funcionamiento empleada, su efectividad y su coste; y por otro lado los procesos de control y supervisión realizados por el sistema y los operarios. Esto permite no sólo establecer la filosofía de funcionamiento del sistema a desarrollar sino, también, detectar los puntos que ha de mejorar el sistema automático en cuestión con respecto a los modelos ya existentes y, en definitiva, mejorar la efectividad del proceso de paletizado.
- b) Se define e implementa el sistema de control de la máquina, que establezca una monitorización y supervisión continua del proceso llevado a cabo por esta. Este sistema, como se ha indicado, controlará el proceso de forma automática, permitirá visualizar la secuencia de funcionamiento en tiempo real y gestionará los avisos que proporciona el sistema facilitando la toma de decisiones del operador y minimizando "los errores humanos".

2.3. ANTECEDENTES

La globalización de la economía ha provocado que la logística sea una condición primordial para poder competir en este nuevo mercado. La logística cubre la gestión y la planificación de actividades implicadas en la producción, transporte, almacenaje, distribución y la cadena de suministro. En esta vertiente existe una necesidad de infraestructuras y tecnologías para hacer frente al cada vez mayor volumen de productos que necesitan ser correctamente almacenados y clasificados para su posterior traslado o procesado.

Así, con las necesidades logísticas planteadas por esta globalización de mercados, la búsqueda por la competitividad requiere que los procesos al igual que los productos y servicios que conforman y fluyen a lo largo de las cadenas de abastecimiento, se comporten con los más altos estándares, demandando sencillez y agilidad. Esto lleva a las empresas a crear espacios de almacenamiento más grandes, con una organización óptima de la producción para conseguir aumentar la eficiencia de sus operaciones y disminuir así los costes que se generan como consecuencia de dichas operaciones, además de consolidar las relaciones con el cliente lo cual redundará en garantías para el consumidor final. Queda de manifiesto que los problemas logísticos provocados por el aumento de la competitividad y la globalización del sector del transporte influyen de forma directa en las prácticas empleadas a lo largo de las cadenas de suministro, por lo que se utilizan cada vez más a menudo sistemas automatizados para realizar este tipo de actividades.

En lo referente a la tecnología y con especial atención a los autómatas programables o PLC's, su aparición a finales de los años 60 supuso un antes y un después en los procesos de la industria. La tendencia global de la industria por realizar tareas de forma más eficiente y económica, además de mejorar la seguridad de sus trabajadores y la calidad del producto final, llevó a incorporar paulatinamente estas nuevas tecnologías, sustituyendo los antiguos sistemas de control empleados hasta el momento. Estos utilizaban relés, interruptores y circuitos eléctricos, que se volvían bastante complejos a la hora de controlar procesos de

cierta envergadura, lo que originaba numerosas averías y dificultades para detectarlas. Los autómatas proporcionan en cambio, un control más confiable, eficiente y preciso.

2.4. SITUACIÓN

El sistema automatizado se implantará en el Laboratorio multidisciplinar de Hidráulica y Neumática y Sistemas Eléctricos y Electrónicos del Buque de la Escuela Politécnica Superior (Ferrol).

2.5. PROMOTOR

El promotor del proyecto, como Trabajo Fin de Grado, es la Escuela Politécnica Superior, de la Universidad de A Coruña, campus de Ferrol, con domicilio en la calle Mendizábal s/n Esteiro. C.P:15403 – Ferrol (A Coruña).

2.6. DISPOSICIONES LEGALES

- Ley de Industria 21/1992 - Seguridad y calidad industrial.
- Real Decreto 1435/1992 - Máquinas, componentes de seguridad. Marcado "CE".
- Ley 31/1995 - Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 56/1995 que modifica parte del texto del R.D. 1435/1992.
- Real Decreto 1215/1997 - Equipos de trabajo. Disposiciones mínimas de seguridad y de salud.
- Real Decreto 842/2002 - Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias.
- NTP 631 - 2003. Riesgos en la utilización de equipos y herramientas portátiles, accionados por aire comprimido.
- Real Decreto 1644/2008 - Normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- Normas UNE y recomendaciones UNESA que sean de aplicación.

2.7. SOFTWARE EMPLEADO

- TIA Portal: es la plataforma de ingeniería que permite crear el sistema de control, tanto la programación como la pantalla HMI. Para ello integra varios programas en uno: SIMATIC STEP 7, que permite programar y configurar los controladores, es decir, desarrollar el algoritmo de control empleando diagramas de contactos, esquemas de funcionamiento, listas de instrucciones y la posibilidad de programar la cadena de procesos; WinCC, software para todas las aplicaciones HMI necesario para diseñar la pantalla de control desde la que se gobierna la máquina.
- FluidSIM: esta aplicación hace posible la representación y simulación del circuito neumático, así como la elaboración de los planos y esquemas neumáticos necesarios del sistema.
- OFT2 GRAFCET: este programa sirve para crear diagramas de flujo y esquemas de funcionamiento. En este caso se utiliza para crear los GRAFCET (Grafo Funcional de Control de Etapas y Transiciones) de las distintas secuencias de la máquina.
- SolidWorks: programa CAD (Diseño Asistido por Ordenador) empleado en modelado mecánico 2D y 3D. En este caso se utiliza para crear un modelo representativo de la máquina lo más realista posible.

2.8. METODOLOGÍA DE TRABAJO

En la realización del trabajo se utiliza la metodología para el diseño y desarrollo del sistema de control industrial definido por el Dr. Ing. Javier Bouza Fernández ([1]). Tal metodología se adquirió con una fase previa de aprendizaje en el Laboratorio multidisciplinar de Hidráulica y Neumática y Servicios Eléctricos y Electrónicos del Buque. En esta fase, se experimentó con diferentes ejemplos de máquinas industriales, lo que permitió familiarizarse y dominar un conjunto de conocimientos necesarios para llevar a buen fin la ingeniería de automatización de este trabajo.

Si bien cada proyecto de diseño de un sistema automatizado *es siempre un nuevo reto, para realizar esta labor en este Trabajo Fin de Grado, se ha establecido “una evolución desde el principio al acabado”, es decir, el concepto de referencia es descrito previamente con aproximación y posteriormente perfeccionado poco a poco y establecido de forma precisa. De esta forma, se entiende que es posible minimizar los riesgos inherentes a su realización técnica, utilización, el tiempo y el coste (Bouza Fernández ,[1]).*

A continuación, mediante el siguiente organigrama, se describe la metodología de trabajo que se ha seguido.

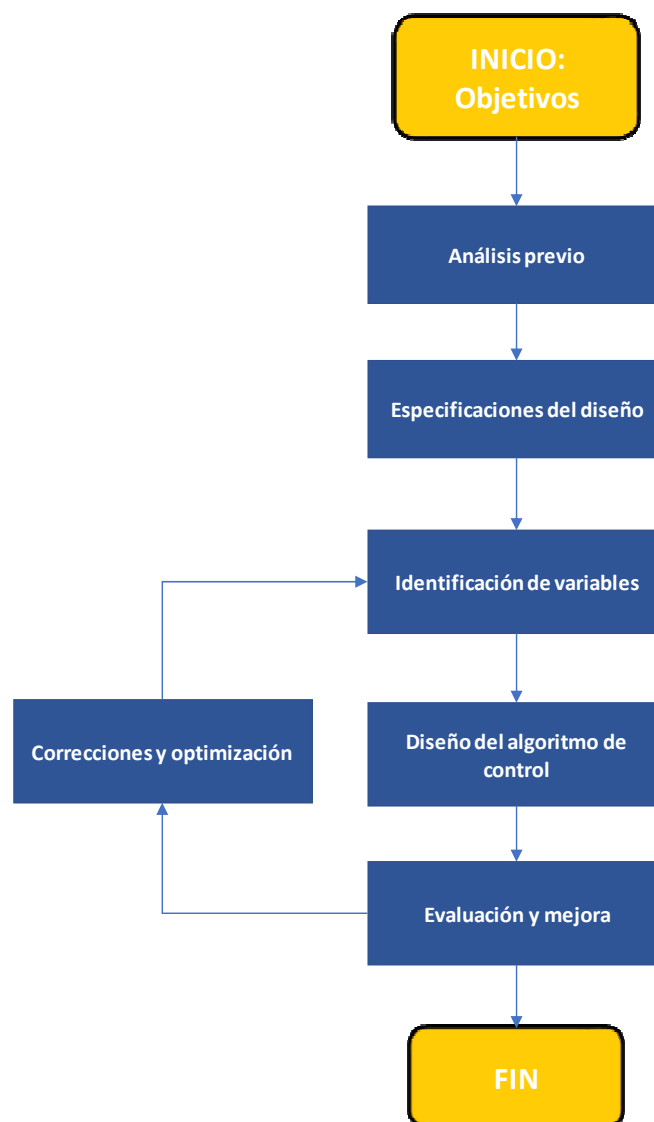


Figura 1. Organigrama de metodología del Trabajo Fin de Grado

Partiendo del organigrama de la figura 1, se inicia el proyecto con la definición de Objetivos. La palabra objetivo proviene de la raíz latín "ob-jactum" que significa "a donde se dirigen nuestras acciones" y aplicado a este Trabajo Fin de Grado, serán los enunciados escritos sobre "los resultados a ser alcanzados" en un periodo determinado. Como son puntos de llegada, se requiere de una detenida reflexión que valore adecuadamente las capacidades técnicas y los recursos materiales disponibles para asegurar los objetivos pretendidos (Bouza Fernández, [1])

Una vez definidos los objetivos empieza la fase de "Análisis previo" donde se estudian los procesos y sistemas existentes que se aproximen o cumplan los mismos. En este caso, no se centraliza únicamente en un estudio de lo último o lo más avanzado en la tecnología sino en lo más óptimo (que en algunos casos no es lo más nuevo ni lo más caro). Todo ello, sin obviar los condicionamientos de normativas y reglamentaciones impuestas por las regiones o países donde se va a implantar el sistema (Bouza Fernández, [1]). En este caso, se estudian y valoran diferentes máquinas paletizadoras industriales con la pretensión de innovar y mejorar la eficiencia y la seguridad en los procesos realizados. Todo este análisis previo sirve para definir el pilar sobre el que se debe sustentar el diseño a desarrollar que es la "Especificación del Diseño". Este documento técnico define la tecnología empleada y las prestaciones que debe presentar el proyecto, y además servirá como indicador final para valorar la calidad del diseño (Bouza Fernández,[1]).

En definitiva, las etapas anteriores son de gran importancia porque no se puede diseñar aquello que se desconoce y porque permiten escoger y definir la tecnología a emplear más adecuada para este proyecto (Bouza Fernández,[1]).

Una vez completadas todas estas etapas, empieza la fase propiamente de diseño que se denomina "Diseño del Sistema". A su vez, se puede desglosar en un conjunto secuencial de etapas que se muestra en el organigrama anterior. Se fundamenta en identificar primeramente las variables del proceso. Llegados a este punto, se desarrolla el primer programa de control que debe cumplir los aspectos funcionales y operacionales y en concreto: el objetivo es dotar al sistema de la capacidad de control para realizar las distintas funciones en los procesos de paletizado que satisfagan las exigencias requeridas en la especificación. Para conseguirlo se desarrolla, en este Trabajo Fin de Grado, un modelo matemático o algoritmo de control para el proceso. Y una vez terminado, se realiza una fase de "evaluación y mejora". Ésta consiste en realizar un control completo y exhaustivo del funcionamiento, de las condiciones operativas y de la seguridad del sistema diseñado con el fin de detectar errores y subsanarlos o afinar o mejorar el comportamiento del sistema. De esta forma, pueden detectarse y rectificarse más rápidamente tanto los fallos en su instalación como en su diseño (Bouza Fernández,[1]).

2.9. ANÁLISIS PREVIO

Antes de comenzar el desarrollo del proyecto, se han observado y estudiado en primer lugar distintos sistemas automatizados de paletizado industrial con el fin de adquirir una idea general sobre el funcionamiento de una máquina de estas características y obtener información sobre cómo se lleva a cabo este tipo de trabajos en la industria, buscando mejores alternativas para elaborar, en definitiva, un sistema automatizado lo más eficiente, económico y preciso posible.

Existen diversos tipos de máquinas específicas para realizar operaciones de paletizado.

2.9.1. MÁQUINA PALETIZADORA 1

En la imagen inferior se muestra un robot paletizador, el cual presenta ventajas en cuanto a velocidad y coste, sin embargo, son rígidos en cuanto a su funcionamiento, siendo incapaces de modificar su tarea de carga y descarga.



Figura 2. Máquina paletizadora 1

Así pues, los robots realizan con ventaja funciones de paletizado en las que: la forma, número o características generales de los productos a manipular, cambian con relativa frecuencia. En estos casos, un programa de control adecuado permite resolver la operación de carga y descarga, optimizando los movimientos del robot, aprovechando la capacidad del pallet y resultando más polivalente.

Generalmente, las tareas de paletización implican el manejo de grandes cargas, de peso y dimensiones elevadas. Por este motivo, los robots empleados en este tipo de aplicaciones acostumbran a ser robots de gran tamaño, con una capacidad de carga de 10 a 100 kg. No obstante, se pueden encontrar aplicaciones de paletización de pequeñas piezas, en las que un robot con una capacidad de carga de 5 kg es suficiente.

2.9.2. MÁQUINA PALETIZADORA 2

En el siguiente caso se puede ver una paletizadora semiautomática en la que el patrón de cajas (mosaico) a colocar en el pallet la realiza el operario con cierta libertad. Una vez que el trabajador completa la colocación de la carga sobre la plataforma de elevación, comienza la secuencia automática de la máquina. La plataforma se desplaza hacia el pallet y se retrae a una determinada altura, que depende de las capas que haya ya colocadas, dejando las cajas en el lugar correcto. Por último, la plataforma se sitúa en su posición original para que el operario coloque las cajas de nuevo. El proceso se repetiría sucesivamente hasta alcanzar la altura máxima de la carga.

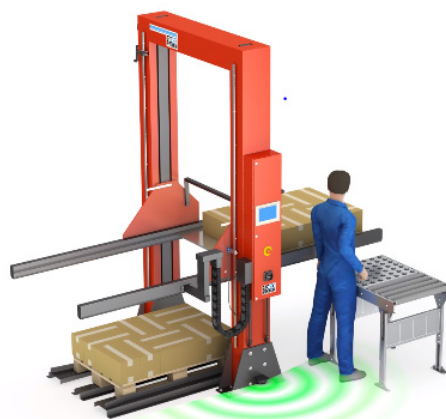


Figura 3. Máquina paletizadora 2

2.9.3. MÁQUINA PALETIZADORA 3

Ahora se estudia un robot paletizador tipo pórtico con cabezal de succión. Una vez colocada la carga dentro del área de trabajo, el cabezal se mueve automáticamente tomando cada uno de los elementos y situándolos en el pallet, en la disposición programada. Como inconveniente se puede indicar que la carga hay que llevarla manualmente hasta la zona de trabajo y el pallet también, por lo que no es una máquina totalmente automatizada, y necesita personal que asista al robot. Además, no cuenta con una colocación demasiado ordenada, ni se comprime la carga para evitar holguras entre los elementos.



Figura 4. Máquina paletizadora 3

2.9.4. MÁQUINA PALETIZADORA 4

Esta máquina se basa en la máquina paletizadora 2. El funcionamiento es muy similar, aunque en este caso todo el proceso está automatizado, excepto el suministro del pallet vacío. La disposición de las cajas se realiza mediante una serie de actuadores que funcionan automáticamente. La carga avanza por unos rodillos, y será girada o no por una paleta para colocarlas en posición longitudinal o transversal, dependiendo de la serie que se trate. Una vez formadas todas las filas de una capa, el proceso es análogo al de la máquina 2.

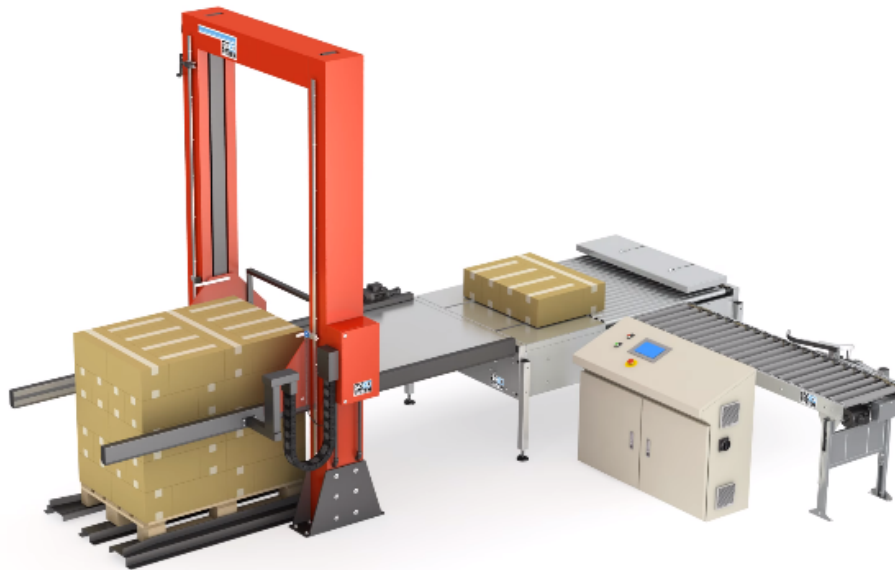


Figura 5. Máquina paletizadora 4

2.10. ESPECIFICACIONES DEL DISEÑO

2.10.1. DESCRIPCIÓN GENERAL

Para este Trabajo Fin de Grado se ha escogido un sistema automatizado óptimo desde el punto de vista de los costes y los tiempos de producción, como se ha descrito anteriormente. Aunque todos los productos existentes ya cumplen un mismo objetivo, se desarrolla un modelo diferente a los estudiados en el análisis previo, tratando de mejorar en ciertos aspectos y de ese modo buscar el interés industrial del proyecto. Se ha procedido a analizar con detenimiento los procesos necesarios para el transporte de la carga y correcto posicionamiento de la misma sobre la superficie de un pallet, con lo que se pretende obtener una solución totalmente automatizada que no sólo contemple el algoritmo de control y su implementación y sino también un panel de control HMI para la supervisión y la gestión. Esto proporcionará un conocimiento en tiempo real del estado de operación del proceso, lo que permitirá desarrollar funciones de análisis, optimización y autodiagnóstico.

2.10.2. PRESTACIONES

La máquina está diseñada para trabajar con pallets de tipo europeo, un modelo ampliamente utilizado en la industria, el cual cuenta con unas dimensiones estándar de 1200 mm x 800 mm. Sobre él se dispondrán 4 capas de 12 cajas cada una, existiendo un mismo patrón de colocación para las capas 1 y 3, y otro patrón para las capas 2 y 4. En cuanto a las dimensiones de las cajas, el sistema se ciñe a un tamaño fijo de 400 mm de largo, por 200 mm de ancho por 200 mm de alto y un peso medio de 10 kg/caja. Una vez finalizado el proceso de colocación la altura máxima de la carga sería de 944 mm, teniendo en cuenta la altura del pallet.

Cabe destacar que, aunque el sistema desarrollado se haya adaptado de forma específica a unas determinadas dimensiones, éste es versátil y perfectamente válido para otros tamaños de pallet, así como otros tamaños y pesos de caja. Además, estudiando los métodos empleados en la logística industrial, la altura de carga máxima recomendada para un pallet es de 1200 mm, que resulta óptima para su disposición sobre una estantería de almacén o dentro de un camión de transporte. En este caso se decide establecer un número de 4 capas

de 200 mm de alto cada una -cuando sería posible almacenar hasta 6-, debido a las limitaciones que imponen los equipos de laboratorio, con los que se realiza un ensayo real.

No obstante, si se deseara modificar alguno de estos aspectos, bastaría con aplicar ligeras modificaciones en el programa de control y elementos de actuación, tales como longitudes de carrera de cilindros, ancho de la cinta transportadora, etc.

2.10.3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

A continuación, se describe con detalle el proceso de paletizado en cuestión, desde el transporte de la carga hasta su perfecta colocación sobre el pallet. Para dicho proceso se emplearán una serie de elementos de actuación que se detallarán más adelante. La secuencia de funcionamiento de la máquina se puede dividir en varias etapas:

1. Posicionamiento de pallet

Primero, un trabajador dispondrá el pallet sin carga sobre una plataforma con ayuda de una carretilla elevadora. Esta plataforma es elevada entonces, por 2 cilindros neumáticos (F y G) hasta su posición de carga. A partir de aquí puede empezar a cargarse el pallet.

2. Transporte de mercancía

Se tiene una cinta transportadora por la que circularán cajas de tamaño fijo, cargadas y debidamente embaladas en un proceso previo a la paletización. En función de la posición que les corresponda (longitudinal o transversal), un cilindro de giro (B) se encargará de hacer girar las cajas para situarlas después, en la mesa de almacenamiento. Inicialmente, éstas se acercan al actuador en posición transversal, siendo necesario accionar el cilindro para disponerlas en posición longitudinal.

3. Formación de capas

Una vez superado el cilindro de giro, la mercancía sigue avanzando por la cinta hasta que se detiene en la mesa de almacenamiento. En dicha mesa existe un cilindro empujador (A) que desplazará cada serie completa de cajas hacia la mesa de desplazamiento horizontal. Como se ha indicado, en las capas 1 y 3 se sigue un patrón que consiste en formar una primera serie de 4 cajas en posición transversal seguida de las series segunda y tercera, que cuentan cada una con 2 cajas en posición longitudinal. En cuanto a la cuarta y última serie, es idéntica a la primera, teniendo un total de 12 cajas acumuladas finalmente.

El patrón de las capas 2 y 4 se formará de modo similar al anterior, pero intercambiando las posiciones de las series primera y cuarta por segunda y tercera, respectivamente. Por lo tanto, la primera serie y la cuarta constarán de 2 cajas dispuestas longitudinalmente, y segunda y tercera series constarán de 4 cajas colocadas transversalmente, sumando un total de 12 cajas.

Cuando el cilindro empujador haya desplazado las cuatro series, la capa estará completa y comenzará la etapa siguiente. En las figuras inferiores se representa la distribución de la mercancía cuando se hayan formado las capas.



Figura 6. Distribución de cajas de las capas 1 y 3



Figura 7. Distribución de cajas de las capas 2 y 4

4. Posicionamiento de capa

Cuando la mesa de desplazamiento horizontal tenga las 12 cajas en sus respectivas posiciones, otros 2 actuadores neumáticos (C y D) solidarios a la mesa avanzan, desplazando ésta hasta situarla sobre el pallet, cuya superficie se encuentra al mismo nivel que la mesa. A continuación, bajará un trinquete (actuador E) y los cilindros retrocederán haciendo regresar la mesa vacía a su posición inicial, pero dejando correctamente depositada la capa gracias al trinquete que hará de tope. Finalmente, los cilindros elevadores hacen descender verticalmente la plataforma para dejar de nuevo el pallet al nivel de la mesa de desplazamiento horizontal. A partir de ese instante, la máquina repetirá las etapas anteriores para cada una de las 4 capas.

5. Descarga de pallet

Una vez cargado completamente el pallet, la plataforma se encontrará en el nivel más bajo y por tanto los cilindros elevadores (F y G) estarán en mínima carrera. Para finalizar la secuencia, el operario deberá retirar el pallet de la plataforma elevadora y con ello termina un ciclo de la máquina. Será necesario disponer un nuevo pallet vacío sobre dicha plataforma para el comienzo de un nuevo ciclo.

Con la intención de aclarar el funcionamiento del proceso y dar una descripción completa del sistema en conjunto, se ha decidido elaborar un modelo en 3D de la máquina a modo representativo, de forma que se puedan observar los componentes y la función que cumplen durante la secuencia. Aunque no se trata de un modelo definitivo, puede considerarse muy semejante a la máquina real, si es que se decidiera implantarla en la industria.

Primeramente, se muestra una perspectiva aérea que representa de manera general la máquina.

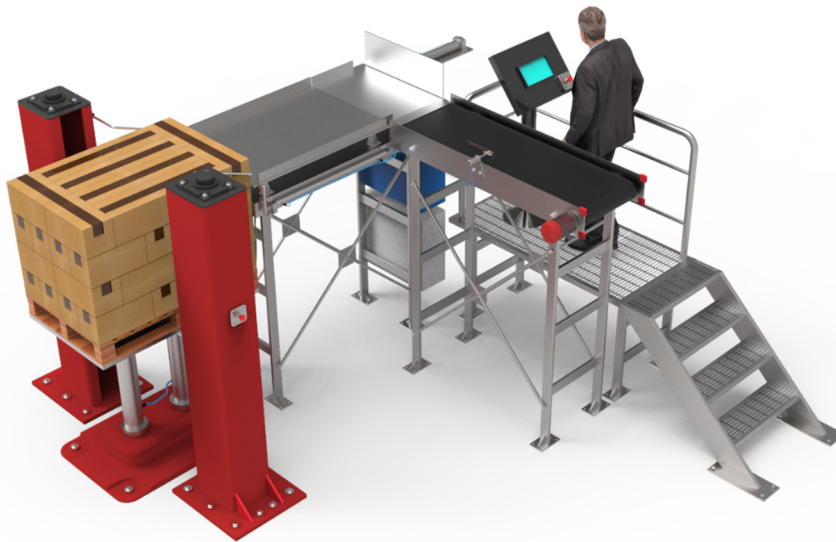


Figura 8. Vista general de la máquina

Las imágenes siguientes incluyen vistas de los diferentes actuadores neumáticos necesarios en el proceso de paletizado.

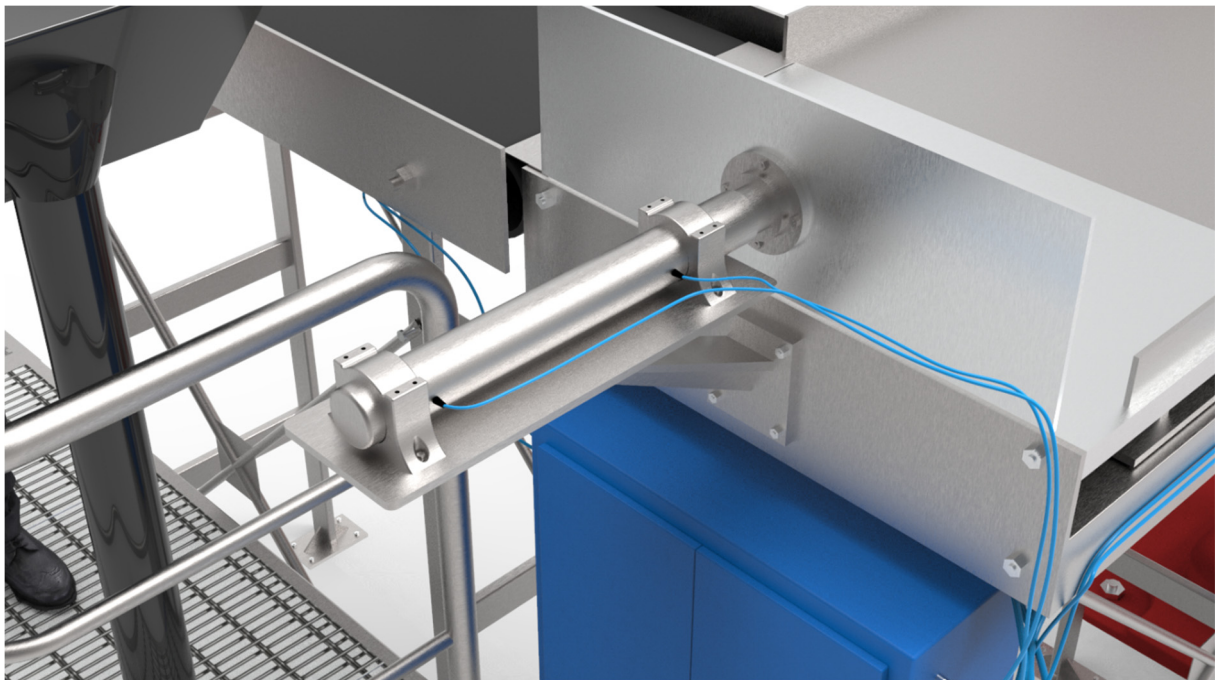


Figura 9. Cilindro empujador (A)

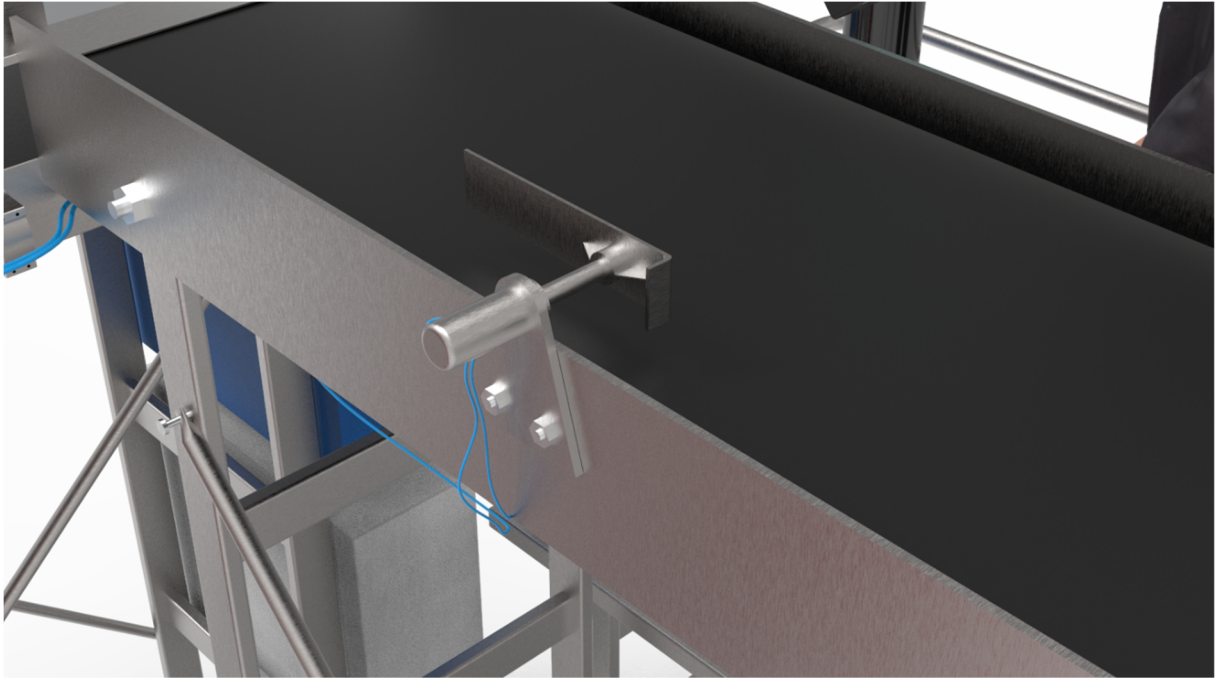


Figura 10. Cilindro de giro (B)

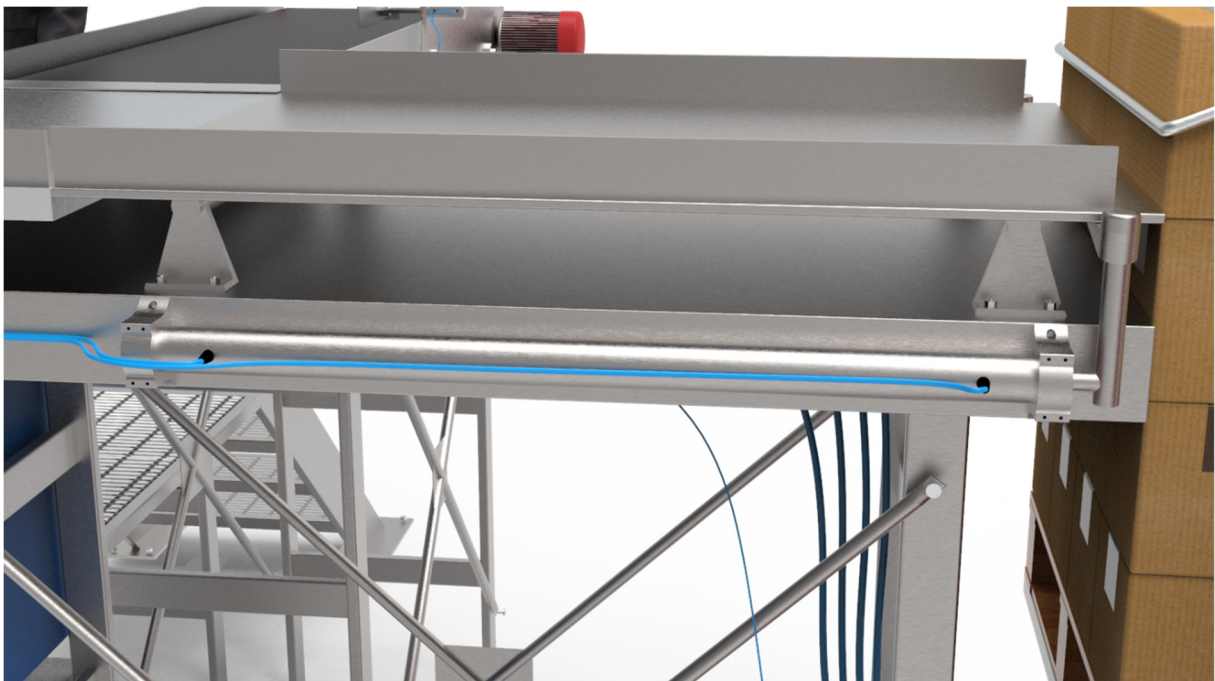


Figura 11. Cilindro desplazador (D)

Es conveniente decir que la imagen anterior muestra solo uno de los cilindros desplazadores. Debido a que se trata de una pareja de cilindros idénticos, no es necesario incluir la vista del actuador gemelo.



Figura 12. Actuador giratorio (E) o trinquete

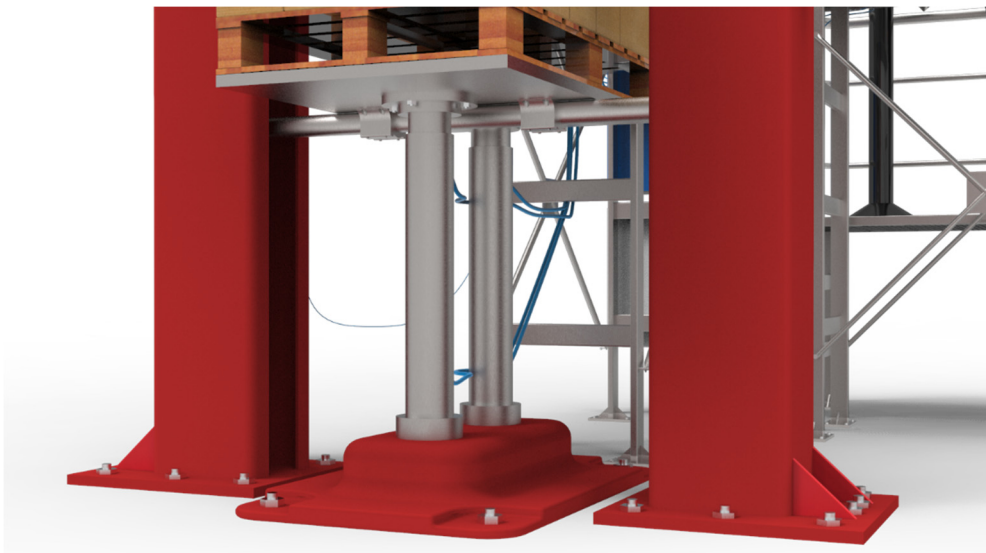


Figura 13. Cilindros elevadores (F y G), plataforma elevadora y columnas guía

Así pues, en este apartado se ha tratado de describir detalladamente el proceso, es decir, las fases que atraviesa la secuencia de la máquina una vez en funcionamiento, además de representar físicamente el conjunto y los elementos de actuación más relevantes por separado para que sea posible realizar la actividad que se pretende, mediante el modelado en 3D asistido por computador.

2.10.4. ELEMENTOS DEL SISTEMA

Puesto que ya ha sido descrita la secuencia completa de la máquina, ahora es importante describir todos los elementos actuadores y de control que intervienen en el proceso. El listado de componentes del sistema es el siguiente:

- Motor eléctrico
- Variador de frecuencia
- Cinta transportadora
- Cilindro empujador (A)
- Cilindro de giro (B)

- Cilindros desplazadores (C y D)
- Trinquete (Motor oscilante)
- Cilindros elevadores (F y G)
- Electroválvulas
- Otros elementos neumáticos
- Pantalla KTP700
- Autómata Siemens S7-1200
- Sensores de posición de cilindros
- Sensor de cajas
- Sensor fin de serie
- Sensor de presencia

Una vez enumerados los elementos, se describe detalladamente cada uno de ellos.

2.10.4.1. MOTOR ELÉCTRICO SIEMENS TRIFÁSICO 0,18 KW

Es un motor de última generación SIEMENS modelo SIMOTICS GP 1500 RPM B14 230/400 V. Carcasa fabricada en aluminio, con un bajo peso y excelente conductividad térmica. Protección IP55, rotor jaula de ardilla, autoventilados, clasificación energética IE1.

Éste es apropiado para aplicaciones a la intemperie o bajo techo, donde la fiabilidad y versatilidad son requeridas. Según sus características puede ser usado en ventiladores, turbinas, cintas transportadoras, tolvas, puertas correderas, amasadora de pan, polipastos, montacargas, atracciones de feria, sierras, lijadoras, etc. En este caso, se empleará para provocar el movimiento de la cinta transportadora, y con ello permitir el desplazamiento de las cajas hasta la mesa de almacenamiento.



Figura 14. Motor eléctrico trifásico Siemens

2.10.4.2. VARIADOR DE FRECUENCIA SIEMENS MICROMASTER 420

La serie MICROMASTER 420 es una gama de convertidores de frecuencia (variadores) para modificar la velocidad de motores trifásicos. La gama de modelos disponible abarca de entrada monofásica de 120 W a entrada trifásica de 11 kW. Los convertidores están controlados por microprocesador y utilizan tecnología IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) de última generación. Esto los hace fiables y versátiles. Un método especial de modulación por ancho de impulsos con frecuencia de pulsación seleccionable permite un funcionamiento silencioso del motor. Extensas funciones de protección ofrecen una protección excelente tanto del convertidor como del motor. El MICROMASTER 420 puede utilizarse en aplicaciones de control de motores simples y avanzadas usando sus extensas listas de

parámetros. El MICROMASTER 420 puede utilizarse tanto para aplicaciones aislado como integrado en sistemas de automatización.

El empleo de este variador permitirá controlar el motor eléctrico que mueve la cinta. Con él se consigue establecer distintas velocidades para el motor y ajustar las rampas de aceleración y desaceleración, aunque permite otras muchas funciones.



Figura 15. Variador de frecuencia MICROMASTER 420

2.10.4.3. CINTA TRANSPORTADORA DE BANDA

Se escoge para la instalación una cinta transportadora de banda modelo GUF-P 2000 del fabricante mk-Technology Group. La serie de transportadores de banda GUF-P 2000 es muy variable con su gran surtido de accionamientos, desvíos, bastidores y tipos de correa. Como base sirve el perfil mk 2000 con el cual se garantiza una alta capacidad de carga y una construcción a prueba de torsión. Opcionalmente se ofrece con canto de cuchilla fijo o rodante, permite un empleo flexible en funcionamiento reversible, de acumulación y cíclico. Otra de las características de calidad de este sistema de transporte es la chapa de acero inoxidable montada debajo de la superficie de marcha de la correa, que garantiza una resistencia al desgaste duradera.

Su función resulta imprescindible en esta máquina, ya que hace posible el traslado de las cajas en su correspondiente posición hasta la mesa de almacenamiento.



Figura 16. Transportador de banda GUF-P 2000

2.10.4.4. CILINDROS

Aquí se muestran los actuadores neumáticos que intervienen en el proceso de paletizado. Todos ellos son proporcionados por el fabricante Festo, proveedor habitual de todo tipo de elementos neumáticos en la industria.

- Cilindro empujador (A): Se trata de un cilindro redondo de la gama DSNU de Festo. La función de éste es desplazar cada una de las series de cajas que componen una capa desde la mesa de almacenamiento hasta la mesa de desplazamiento horizontal. Se recuerda que una serie está formada por cuatro cajas en posición transversal o bien dos en posición longitudinal. De esta forma, cuando las cuatro series hayan sido situadas en la mesa de desplazamiento, la capa estará completada.



Figura 17. Cilindro empujador. Modelo DSNU de Festo

- Cilindro de giro (B): Igual que para el cilindro A, el modelo será el DSNU de la marca Festo, también de doble efecto, aunque con una carrera y diámetro más pequeños. Este actuador está dispuesto en un lateral de la cinta y se encarga de hacer girar las cajas que circulan por la misma cuando la posición correspondiente de ellas en la mesa de almacenamiento es longitudinal.



Figura 18. Cilindro de giro. Modelo DSNU de Festo

- Cilindros desplazadores (C y D): Son dos actuadores idénticos, cada uno situado en un lateral de la mesa de desplazamiento horizontal. La función de los mismos consiste en trasladar dicha mesa desde su posición inicial hasta colocarla sobre la superficie del pallet, una vez formada una capa de cajas. Cuando las cajas estén dispuestas sobre el pallet los cilindros y, por tanto, la mesa, volverán a su posición original. Se elige una pareja de cilindros normalizados de doble efecto pertenecientes a la gama DSBC de Festo, ya que las solicitudes son mayores y la carrera más larga.



Figura 19. Cilindro desplazador. Modelo DSBC de Festo

- Cilindros elevadores (F y G): En este caso se necesita otra pareja de cilindros, los cuales tienen unas solicitudes importantes, ya que deben soportar el peso conjunto de la plataforma elevadora y el pallet completamente cargado, lo que supone una masa de unos 500 kg con cuatro capas colocadas sobre el pallet. Como se ha mencionado en la descripción del proceso, estos elevarán inicialmente la plataforma y el pallet hasta fin de carrera. En el instante en que una capa es depositada, los cilindros descenderán una posición hasta llegar a inicio de carrera, una vez colocadas las cuatro capas. Por lo tanto, son adecuados los cilindros de doble efecto normalizados modelo DSBC, análogamente al caso anterior, aunque deben ser de mayor diámetro. Esta gama de Festo ofrece un amplio rango de fuerzas y carreras para los cilindros, así que cumplirán sobradamente.



Figura 20. Cilindro elevador. Modelo DSBC de Festo

- Trinquete (Actuador E): Este actuador tiene una morfología bastante diferente a los anteriores (como se puede apreciar en la figura 21), ya que su misión es hacer de tope para las cajas, mediante una varilla giratoria previamente instalada en él. Entonces, cuando los cilindros desplazadores lleguen a fin de carrera, la varilla, situada a 90° con respecto a la vertical, girará 45° más en sentido antihorario, de forma que impida el retroceso de las cajas cuando la mesa retroceda y así quedarán depositadas sobre el pallet. Se emplea un actuador giratorio modelo DFPD. Los actuadores giratorios de un cuarto de vuelta Festo serie DFPD cuentan con una combinación de cremallera y piñón con una característica de par constante.



Figura 21. Actuador giratorio. Gama DFPD de Festo

2.10.4.5. ELECTROVÁLVULAS

Con el propósito de controlar el movimiento de los actuadores neumáticos, es decir, el avance y retroceso de todos los cilindros incluido el actuador giratorio, se usarán una serie de válvulas neumáticas de accionamiento eléctrico.

- Válvula 3/2 cerrada monoestable Festo: Esta válvula se emplea para el corte o suministro general de aire al circuito neumático. Se trata de una electroválvula de 3 vías y 2 posiciones monoestable, con accionamiento eléctrico y manual de manera auxiliar. Posee retorno por muelle a la posición de reposo, por lo que, si la bobina deja de recibir tensión, el suministro de aire se cortará automáticamente.

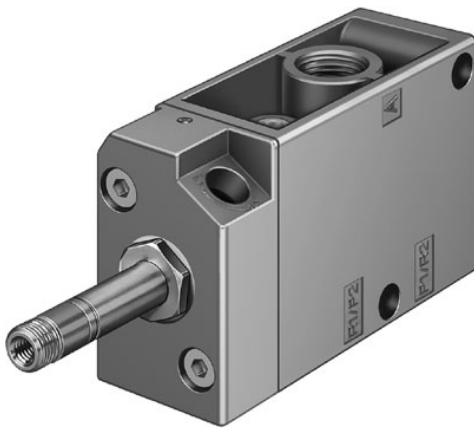


Figura 22. Válvula 3/2 modelo MFH-3-1/4

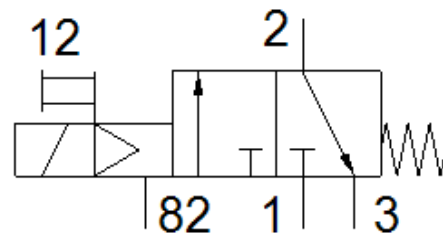


Figura 23. Esquema neumático MFH-3-1/4

- Válvulas 5/2 monoestables Festo: Este tipo de válvulas serán las utilizadas para gobernar el avance y retroceso de los cilindros A, B, C, D y del actuador giratorio E, siendo necesaria una válvula para cada uno de ellos. Cuenta con 5 vías y 2 posiciones, de accionamiento eléctrico y manual auxiliar y con retorno por muelle. Cuando la bobina recibe tensión los actuadores se extenderán, y cuando se corta la corriente en ella, los actuadores retrocederán a su posición de reposo.

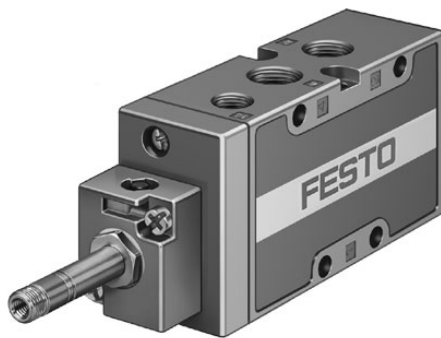


Figura 24. Válvula 5/2 MFH-5-1/4-S-B

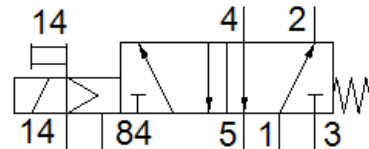


Figura 25. Esquema neumático MFH-5-1/4-S-B

- Válvulas 5/3 de centros libres Festo: Son electroválvulas de 5 vías y 3 posiciones con retorno por muelle y posición central libre. Éstas controlarán la extensión y retroceso de los cilindros elevadores junto con el empleo de válvulas antirretorno y también se necesita una para cada cilindro. Los cilindros elevadores deberán quedar inmóviles durante cierto tiempo en diferentes posiciones de carrera, y esta válvula posee dos bobinas; una permitirá que los cilindros se extiendan y eleven la plataforma y la otra que retrocedan y hagan descender la plataforma. Cuando ninguna de las bobinas recibe tensión, la válvula retorna por muelle a su posición central, dejando en suspensión la carrera de los cilindros, gracias a las válvulas antirretorno.

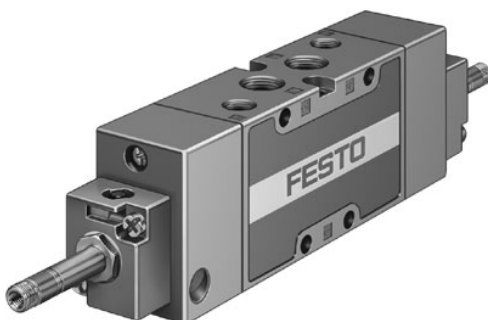


Figura 26. Válvula 5/3 MFH-5/3-E-1/4-B

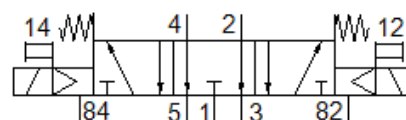


Figura 27. Esquema neumático MFH-5/3-E-1/4-B

2.10.4.6. OTROS ELEMENTOS NEUMÁTICOS

- Tubos flexibles: La tubería permitirá transportar el aire comprimido desde el compresor hasta los distintos puntos de consumo, además de conectar los distintos elementos neumáticos entre sí. En el mercado existe gran variedad de tubería para el uso neumático que van desde los tubos rígidos, como los de acero y cobre, a los flexibles, como los de caucho reforzados, los de poliamida, los de poliuretano o los de teflón. En esta instalación se emplearán los de poliuretano de 4 mm de diámetro, modelo PUN de Festo, que poseen unas características especiales como son: bajo peso, soportan una amplia gama de temperaturas y tienen una buena resistencia mecánica, resistencia a la humedad, a la abrasión y también absorben bien las vibraciones.



Figura 28. Tubo flexible neumático. Modelo PUN de Festo

- Elementos de conexión: En este grupo se incluyen codos, bifurcaciones en T y racores de conexión rápida que son necesarios para distribuir el aire por los diferentes cilindros y electroválvulas, además de conectar la tubería a los mismos.



Figura 29. Codo de conexión rápida



Figura 30. Conector rápido en T

- Válvulas reguladoras de caudal: También llamadas estranguladores, ofrecen la posibilidad de ajustar el caudal que circula por el tubo neumático. En el sistema en cuestión, permite variar la velocidad de avance y retroceso de todos los actuadores, para eliminar brusquedades y golpes en el funcionamiento de los mismos. El método utilizado es la regulación a la salida del actuador, con el fin de evitar pérdidas de presión en el circuito neumático. En la siguiente imagen (31), se puede observar el modelo de válvula elegido.



Figura 31. Válvula reguladora de caudal. Modelo GRO-QS-6

2.10.4.7. PANTALLA KTP700

Este componente es proporcionado por Siemens y se denomina panel KTP700. La pantalla permitirá visualizar el transcurso de las etapas del sistema en tiempo real, así como los estados de la máquina y los avisos. No obstante, su función más importante reside en que hace posible gobernar la máquina mediante las diferentes órdenes de mando y controlar todo el proceso. El objetivo de uso de esta pantalla consiste en mejorar los sistemas de mando clásicos, haciendo más cómoda la instalación y adaptable a cualquier cambio en la producción.

En la figura 32 se puede observar la pantalla utilizada en este trabajo. La configuración se describirá posteriormente.

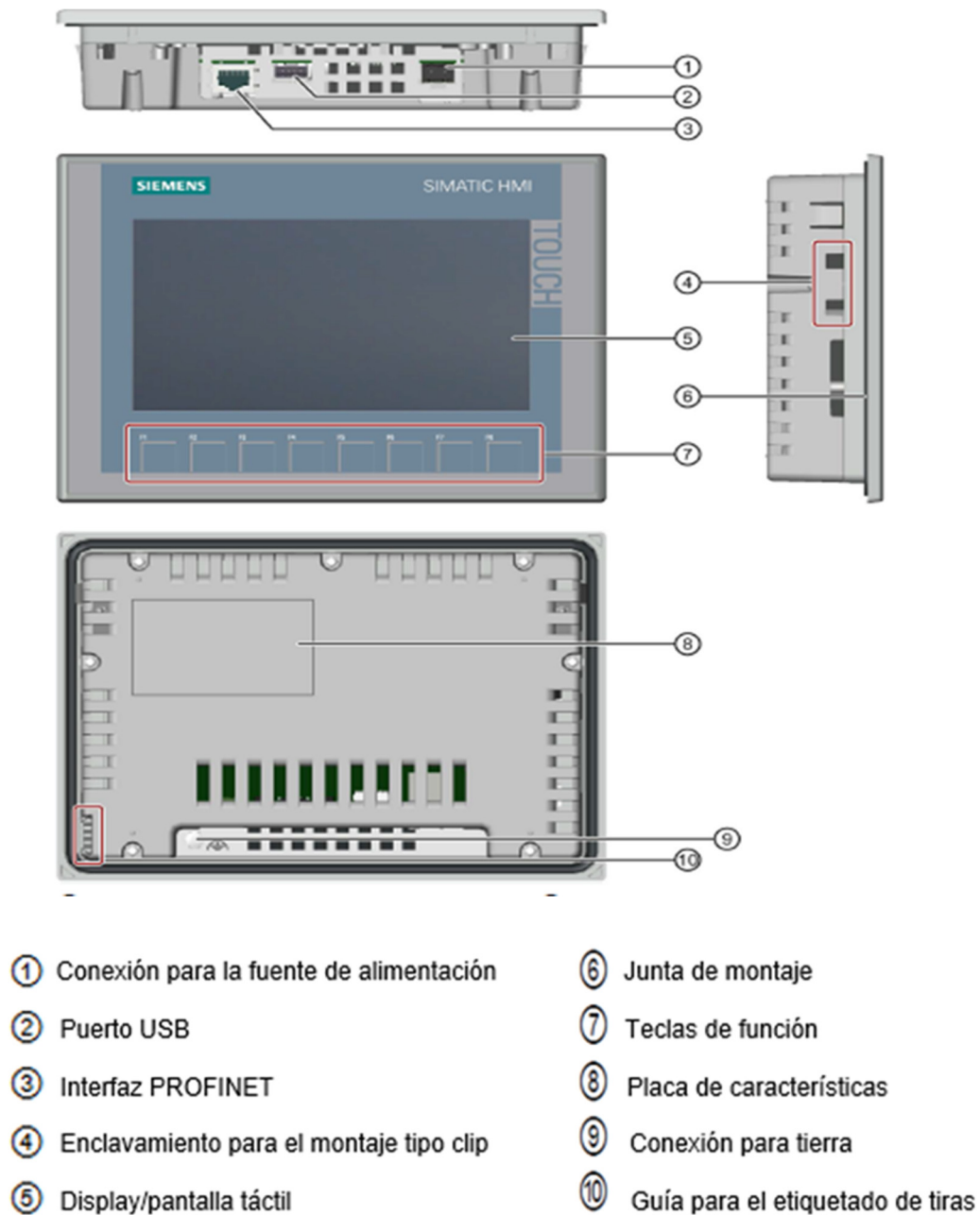


Figura 32. Pantalla KTP700 Basic de Siemens

2.10.4.8. AUTÓMATA SIEMENS S7-1200

El controlador lógico programable (PLC) S7-1200 ofrece la flexibilidad y capacidad de controlar una gran variedad de dispositivos para distintas tareas de automatización. Cuenta con un diseño compacto, una configuración flexible y un amplio juego de instrucciones, lo que posibilita el control de una gran variedad de aplicaciones.

La CPU incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, así como circuitos de entrada y salida en una carcasa compacta, conformando así un potente PLC. Así, el dispositivo vigila las entradas y cambia el estado de las salidas según la lógica del programa de usuario, que puede incluir lógica booleana, instrucciones de conteo y temporización, funciones matemáticas complejas, así como comunicación con otros dispositivos inteligentes. Numerosas funciones de seguridad protegen el acceso tanto a la CPU como al programa de control.

En este caso se empleará el modelo PLC S7-1200: CPU 1214AC/DC relay

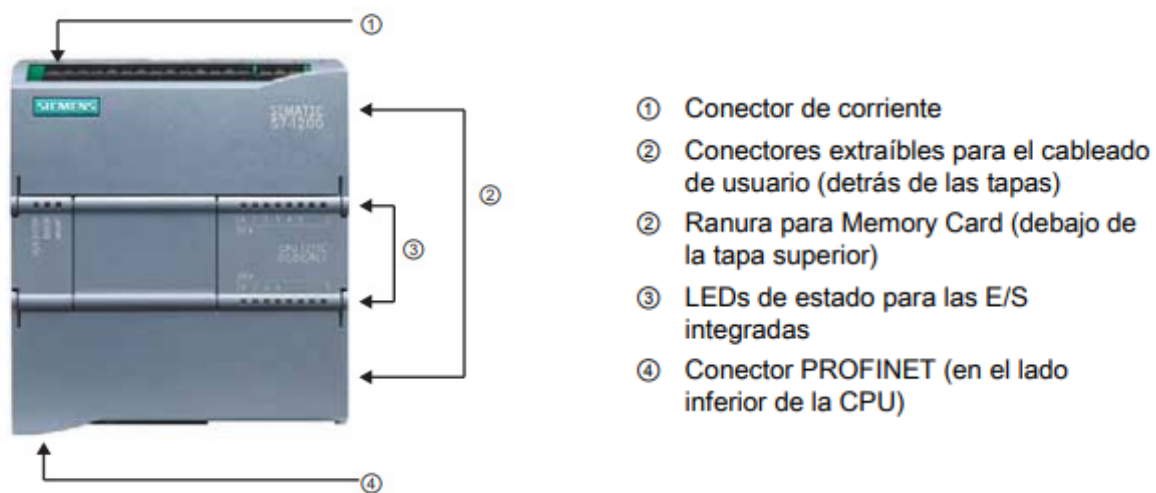


Figura 33. PLC S7-1200 de Siemens

2.10.4.9. SENSORES

Para la implementación del sistema hará falta también disponer de una serie de sensores, que enviarán información al autómata para que éste pueda ejecutar distintas acciones incluidas en el programa de control, como es, comienzo y finalización de etapas, paros de seguridad de la máquina por presencia humana, etc. A continuación, se muestran los sensores que han de emplearse.

- Sensores de posición de cilindros: Se trata de sensores de proximidad instalados en todos los actuadores mencionados para indicar la posición del émbolo de cada uno de los cilindros. El principio de funcionamiento está basado en el efecto magneto-resistivo, es tipo PNP, normalmente abierto y trifilar con una tensión de funcionamiento de 24 V con corriente continua cuyo extremo presenta un conector tipo clavija M12x1 con rosca giratoria. En total serán 18 sensores, situando uno en inicio de carrera y otro en final de carrera en cada actuador, a excepción de los cilindros elevadores F y G, que tendrán 4 sensores cada uno, ya que estos cuentan con posiciones intermedias, como se ha comentado anteriormente. Serán sensores modelo SMT-8 de Festo.



Figura 34. Sensor de proximidad SMT-8 de Festo

- **Sensor de cajas:** Para detectar la presencia de cajas en la entrada de la cinta transportadora, se utiliza un sensor óptico del fabricante Festo, gama SOOE. Es un sensor optoelectrónico de reflexión directa. En este tipo de dispositivo, tanto emisor como receptor están incluidos en un mismo cuerpo. El haz de luz emitido se refleja en el objeto y vuelve al receptor, entonces la intensidad de la luz reflejada es evaluada. Presentan como ventajas una mayor distancia de detección, son económicos y permiten una detección más fiable de objetos con reflexión débil.



Figura 35. Sensor óptico de presencia de cajas. Modelo SOOE de Festo

- **Sensor fin de serie:** Como en el caso anterior, se instalará un sensor óptico de reflexión directa en la mesa de almacenamiento para detectar el fin de la formación de una serie de cajas. Es en este momento cuando el cilindro A recibirá la orden de desplazar dicha serie a la mesa de desplazamiento horizontal.
- **Sensor de presencia:** Con el propósito de aumentar la seguridad, se situará en las proximidades de la máquina un escáner láser de área. Cuando éste detecte la presencia de cualquier persona u objeto extraño cerca de la instalación, la máquina entrará en paro y se detendrá el proceso, evitando cualquier posible accidente. El modelo escogido es un UST-05LN suministrado por el fabricante Hokuyo, y posee un rango de detección de 270° y 5 m de distancia.



Figura 36. Escáner láser de presencia. Modelo UST-05LN de Hokuyo

2.11. DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL

Para el diseño del programa de control se emplea la plataforma de ingeniería TIA Portal versión 14 que, como ya ha sido indicado, se divide en varios entornos, de los que se utilizarán 2:

- STEP 7. Se trata del software mediante el cual se desarrolla todo el programa de control, se selecciona el controlador (PLC) y se establece la comunicación con el mismo, permitiendo la implementación del algoritmo en él, lo que hace posible controlar automáticamente el proceso de paletizado.
- WinCC. Este paquete sirve para crear y configurar las pantallas de control (HMI) o interfaz hombre-máquina, así como definir y gestionar todos los usuarios que vayan a operar con la máquina, además de configurar los distintos avisos y alarmas.

Desde el punto vista tecnológico, se han establecido los siguientes requisitos para el desarrollo del algoritmo de control:

- El sistema tendrá que operar de modo automático siguiendo la secuencia de funcionamiento.
- Deberá englobar todas las funciones y secuencias estándares.
- Se diseñará el programa de tal manera que sea fácilmente adaptable tanto a modificaciones como ampliaciones futuras.
- Será capaz de leer, interpretar y acondicionar todas las señales.
- Supervisará en todo momento la posición de los actuadores y resto de componentes.
- Debe gobernar todos los elementos de actuación de la máquina de forma eficiente, y supervisar su correcto funcionamiento.
- Debe disponer de un programa para su funcionamiento diario y para las situaciones de emergencia y mantenimiento.
- Debe presentar información clara y detallada del estado del sistema, apoyada en registros y alarmas, que fundamente las decisiones del sistema y que faciliten la toma de decisiones humanas si fuesen necesarias.
- Permitirá comunicación mutua con el interfaz hombre-máquina o HMI, que lo complementa.

Puesto que ya han sido comentadas las especificaciones, puede comenzar la programación. En el programa principal se han incluido otros 2 subprogramas, los cuales se llevan a cabo de forma secuencial, elaborando así un proceso continuo y estructurado. El algoritmo se representará mediante un GRAFCET (ver Planos), pues es el modo más adecuado para representar sistemas de evolución secuencial. Este permite comprender perfectamente la secuencia del programa y sirve de base para luego desarrollar el código de programación que se implementará en el autómatas. Además, cuenta con la ventaja de que permite dividir el programa en módulos que se pueden tratar de forma independiente, evitando también incoherencias, bloqueos o conflictos en las acciones a realizar.

2.11.1. VARIABLES

En este apartado se muestran una serie de tablas que contienen todas las variables implícitas en el proceso, pertenecientes al programa principal. Cada variable será distinguida del resto gracias a la dirección que le ha sido asignada en el autómatas utilizado. Dentro del programa de control todas las variables son clasificadas en listas de variables, y estas se asociarán a las diferentes partes o subprocesos del programa para facilitar el diseño y correcta comprensión del código.

2.11.1.1. ENTRADAS

A continuación, se presentan todas las entradas digitales del PLC necesarias para la ejecución del proceso. Como el número de entradas del autómatas S7-1200 es insuficiente para albergar todas las entradas del programa, se decide emplear otro controlador idéntico, de manera que permita ampliar el número de entradas disponibles. Para que eso sea posible, se establecerá una comunicación entre 2 PLC's, de modo que uno de ellos (el esclavo), trabaje como módulo de expansión del otro (el maestro). Más adelante se detallará la forma de comunicarlos.

Nombre	Tipo de dato	Dirección	Comentario
S_f0	Bool	%I0.0	Sensor inicio de carrera (nivel 0) cilindro F
S_f1	Bool	%I0.1	Sensor nivel 1 cilindro F
S_f2	Bool	%I0.2	Sensor nivel 2 cilindro F
S_f3	Bool	%I0.3	Sensor final de carrera (nivel 3) cilindro F
S_g0	Bool	%I0.4	Sensor inicio de carrera (nivel 0) cilindro G
S_g1	Bool	%I0.5	Sensor nivel 1 cilindro G
S_g2	Bool	%I0.6	Sensor nivel 2 cilindro G
S_g3	Bool	%I0.7	Sensor final de carrera (nivel 3) cilindro G
S_a0	Bool	%I1.0	Sensor inicio de carrera cilindro A
S_a1	Bool	%I1.1	Sensor final de carrera cilindro A
S_c0	Bool	%I1.2	Sensor inicio de carrera cilindro C
S_c1	Bool	%I1.3	Sensor final de carrera cilindro C
S_d0	Bool	%I1.4	Sensor inicio de carrera cilindro D
S_d1	Bool	%I1.5	Sensor final de carrera cilindro D
S_Pieza	Bool	%I2.0	Sensor de cajas
S_FinPos	Bool	%I2.1	Sensor fin de serie
S_e0	Bool	%I2.2	Sensor inicio de carrera cilindro E
S_e1	Bool	%I2.3	Sensor final de carrera cilindro E
S_b0	Bool	%I2.4	Sensor inicio de carrera cilindro B
S_b1	Bool	%I2.5	Sensor final de carrera cilindro B
S_Presencia	Bool	%I2.6	Sensor de presencia
Tag_1	Word	%IW2	Dirección de recepción de entradas

Tabla 1. Variables de entrada del PLC implícitas en el proceso

2.11.1.2. SALIDAS

Ahora procede presentar las diferentes las salidas digitales del programa de control. Análogamente a las entradas, se establecerá la comunicación entre los 2 PLC's con el objetivo de ampliar el número de salidas digitales ofrecidas por el autómata, ya que son necesarias más salidas de las que dispone un único dispositivo.

Nombre	Tipo de dato	Dirección	Comentario
Aire ON	Bool	%Q0.0	Activación del suministro de aire
A+	Bool	%Q0.1	Avance cilindro empujador (A)
B+	Bool	%Q0.2	Avance cilindro de giro (B)
F+	Bool	%Q0.3	Ascenso cilindro elevador (F)
G+	Bool	%Q0.4	Ascenso cilindro elevador (G)
F-	Bool	%Q0.5	Descenso cilindro elevador (F)
G-	Bool	%Q0.6	Descenso cilindro elevador (G)
E+	Bool	%Q0.7	Avance trinquete (E)
C+	Bool	%Q1.0	Avance cilindro desplazador (C)
D+	Bool	%Q1.1	Avance cilindro desplazador (D)
DIN 1	Bool	%Q2.0	Entrada digital 1 motor (Marcha + 1ª velocidad)
DIN 2	Bool	%Q2.1	Entrada digital 2 motor (2ª velocidad)
DIN 3	Bool	%Q2.2	Entrada digital 3 motor (Control manual)
Tag_2	Word	%QW2	Dirección de envío de salidas

Tabla 2. Variables de salida del PLC

2.11.1.3. VARIABLES DE PROCESO

El resto de las variables se mostrarán en este apartado, el cual incluye las marcas del programa de control necesarias para ejecutar las órdenes de mando, los estados del proceso y estados de la máquina, así como marcas de sistema y de ciclo.

Nombre	Tipo de dato	Dirección	Comentario
FirstScan	Bool	%M0.0	Escaneo inicial de marcas
AuxFlanco	Bool	%M2.0	Marca auxiliar
Flanco 2	Bool	%M2.1	Marca auxiliar
Flanco 3	Bool	%M2.2	Marca auxiliar
Flanco 4	Bool	%M2.3	Marca auxiliar
Flanco 5	Bool	%M2.4	Marca auxiliar
Flanco 6	Bool	%M2.5	Marca auxiliar
Flanco 7	Bool	%M2.6	Marca auxiliar
Flanco_Reloj	Bool	%M2.7	Marca auxiliar
FINCAPA1	Bool	%M3.2	Final de formación capa 1
FINCAPA3	Bool	%M3.3	Final de formación capa 3
FINCAPA2-4	Bool	%M3.4	Final de formación capa 2/4
P_Marcha	Bool	%M4.0	Pulsador de marcha
P_Paro	Bool	%M4.1	Pulsador de paro
P_Rearme	Bool	%M4.2	Pulsador de rearme
I_cc	Bool	%M4.3	Interruptor de ciclo continuo
Motor rapido	Bool	%M4.4	Interruptor de activación 2ª velocidad motor
Jog Izq	Bool	%M4.5	Pulsador de accionamiento manual motor
I_Auto_Man	Bool	%M4.6	Interruptor Automático/Manual
C_Iniciales	Bool	%M5.3	Condiciones Iniciales
I_Emergencia	Bool	%M6.0	Interruptor de emergencia
C_Emergencia	Bool	%M6.1	Condición de emergencia

Estirar A	Bool	%M20.0	Avance cilindro A (salida subprograma 1, capa 1)
Estirar B	Bool	%M20.1	Avance cilindro B (salida subprograma 1, capa 1)
Recoger A	Bool	%M20.2	Retroceso cilindro A (salida subprograma 1, capa 1)
Recoger B	Bool	%M20.3	Retroceso cilindro B (salida subprograma 1, capa 1)
Estirar A_2	Bool	%M20.4	Avance cilindro A (salida subprograma 2, capas 2 y 4)
Estirar B_2	Bool	%M20.5	Avance cilindro B (salida subprograma 2, capas 2 y 4)
Recoger A_2	Bool	%M20.6	Retroceso cilindro A (salida subprograma 2, capas 2 y 4)
Recoger B_2	Bool	%M20.7	Retroceso cilindro B (salida subprograma 2, capas 2 y 4)
Estirar A_3	Bool	%M21.0	Avance cilindro A (salida subprograma 1, capa 3)
Estirar B_3	Bool	%M21.1	Avance cilindro B (salida subprograma 1, capa 3)
Recoger A_3	Bool	%M21.2	Retroceso cilindro A (salida subprograma 1, capa 3)
Recoger B_3	Bool	%M21.3	Retroceso cilindro B (salida subprograma 1, capa 3)
Tag_4	Bool	%M22.0	Marca auxiliar de etapa
Tag_5	Bool	%M22.1	Marca auxiliar de etapa
Clock_10Hz	Bool	%M100.0	Marca de reloj
Clock_5Hz	Bool	%M100.1	Marca de reloj
Clock_2.5Hz	Bool	%M100.2	Marca de reloj
Clock_2Hz	Bool	%M100.3	Marca de reloj
Clock_1.25Hz	Bool	%M100.4	Marca de reloj
Clock_1Hz	Bool	%M100.5	Marca de reloj
Clock_0.625Hz	Bool	%M100.6	Marca de reloj
Clock_0.5Hz	Bool	%M100.7	Marca de reloj

Tabla 3. Marcas del programa principal

Como se puede observar, todas las variables poseen nombres que se corresponden con sus respectivas funciones, lo que permite una sencilla identificación de cada una de ellas y una fácil comprensión del programa de control, tratando de evitar confusiones.

Para finalizar este apartado, se muestran: las 2 variables tipo Byte en las que se almacenarán los estados del proceso (etapas) y los estados de la máquina (Paro, Marcha, Rearme, Ciclo continuo, Obligado Rearme, Emergencia); las variables de temporización tipo DInt, que permiten cronometrar el tiempo de trabajo de la instalación en cada ciclo y una variable tipo Word que hará de contador de capas.

Nombre	Tipo de dato	Dirección	Comentario
Estado de secuencia	Byte	%MB8	Variable de estados del proceso
Estado de Maquina	Byte	%MB9	Variable de estados de la máquina

Tabla 4. Bytes de estado

Nombre	Tipo de dato	Comentario
Tiempo_Segundos	DInt	Tiempo en segundos
Tiempo_Minutos	DInt	Tiempo en minutos
EstadoC2	Word	Contador de capas finalizadas

Tabla 5. Variables de tiempo y contador

2.11.1.4. VARIABLES DE SUBPROGRAMA

Ya que todas las variables empleadas en el programa principal han sido descritas, solo quedarían las incluidas dentro de las subrutinas. Como se ha mencionado anteriormente, el programa principal contendrá dos subprogramas, a los cuales se les implementa el algoritmo de control para el proceso de formación de capas. Para ello se emplean 2 bloques de función que serán llamados desde el programa maestro, con el fin de estructurar mejor el código de programación.

En las 2 subrutinas se utilizarán 3 tipos de variables: Input, que son aquellas variables de entrada provenientes del programa principal; Output o salidas al programa principal que luego se utilizan en él y Static, que hace referencia a las variables internas de la subrutina, usadas únicamente dentro de ella.

Variables de entrada del programa principal		
Nombre	Tipo de dato	Comentario
Habilitacion	Bool	Entrada a subrutina
S_minVir	Bool	Sensor inicio de carrera cilindro B
S_maxVir	Bool	Sensor final de carrera cilindro B
S_minEmp	Bool	Sensor inicio de carrera cilindro A
S_maxEmp	Bool	Sensor final de carrera cilindro A
Reset	Bool	Reseteo de subrutina
S_Pieza	Bool	Sensor de cajas
S_FinPos	Bool	Sensor fin de serie
Variables de salida al programa principal		
Nombre	Tipo de dato	Comentario
FINSUB1	Bool	Fin de subrutina 1
EmpAV	Bool	Avance cilindro A
EmpRET	Bool	Retroceso cilindro A
VirAV	Bool	Avance cilindro B
VirRET	Bool	Retroceso cilindro B
Variables propias del subprograma		
Nombre	Tipo de dato	Comentario
Camino 1	Byte	Rama de secuencia 1
EstadoC0	Word	Contador de cajas
Camino 2	Byte	Rama de secuencia 2
EstadoC1	Word	Contador de series
FinC1	Bool	Final de conteo de series
FinC0	Bool	Final de conteo de cajas
Flanco	Bool	Marca auxiliar sensor de cajas
Flanco 2	Bool	Marca auxiliar sensor fin de serie

Tabla 6. Variables de subprograma 1 (formación de capas 1 y 3)

Variables de entrada del programa principal		
Nombre	Tipo de dato	Comentario
Habilitacion	Bool	Entrada a subrutina
S_minVir	Bool	Sensor inicio de carrera cilindro B
S_maxVir	Bool	Sensor final de carrera cilindro B
S_minEmp	Bool	Sensor inicio de carrera cilindro A
S_maxEmp	Bool	Sensor final de carrera cilindro A
Reset	Bool	Reseteo de subrutina
S_Pieza	Bool	Sensor de cajas
S_FinPos	Bool	Sensor fin de serie
Variables de salida al programa principal		
Nombre	Tipo de dato	Comentario
FINSUB2	Bool	Fin de subrutina 2
EmpAV	Bool	Avance cilindro A
EmpRET	Bool	Retroceso cilindro A
VirAV	Bool	Avance cilindro B
VirRET	Bool	Retroceso cilindro B
Variables propias del subprograma		
Nombre	Tipo de dato	Comentario
Camino 1	Byte	Rama de secuencia 1
EstadoC0	Word	Contador de cajas
Camino 2	Byte	Rama de secuencia 2
EstadoC1	Word	Contador de series
FinC1	Bool	Final de contaje de series
FinC0	Bool	Final de contaje de cajas
Flanco	Bool	Marca auxiliar sensor de cajas
Flanco 2	Bool	Marca auxiliar sensor fin de serie

Tabla 7. Variables de subprograma 2 (formación de capas 2 y 4)

2.11.2. PROGRAMA DE CONTROL

Este apartado contiene toda la información relativa al algoritmo de control. La manera de proceder consiste en traducir la secuencia de funcionamiento previamente diseñada mediante GRAFCET's (ver Planos), a lenguaje de contactos (KOP). En primer lugar, se presentan 2 tablas que muestran los estados de la máquina y los estados de la secuencia, para comprender mejor el código de programación. Se utilizará la variable MB8 de tipo Byte para almacenar los estados de secuencia y la variable MB9, también de tipo Byte, para registrar los diferentes estados de la máquina.

Estados de secuencia (MB8)	
Valor	Estado
0	En espera
1	Etapa 1
2	Etapa 2 (Subprograma 1)
3	Etapa 3
4	Etapa 4
5	Etapa 5
6	Etapa 6
7	Etapa 7
8	Etapa 8 (Subprograma 1)
9	Etapa 9 (Subprograma 2)
10	Etapa 10

Tabla 8. Estados de secuencia

Estados de la máquina (MB9)	
Valor	Estado
0	Paro
1	Marcha
2	Rearme
3	Inicio sin condiciones iniciales
4	Ciclo continuo
5	Obligado rearme
6	Emergencia

Tabla 9. Estados de la máquina

Presentados los estados que atraviesa la máquina y las etapas en las que se divide el proceso de paletizado, se explica el programa de control. La programación se estructura por segmentos y además del programa principal, existen 2 subprogramas (bloques de función) y un bloque de función que contiene el algoritmo de temporización. En los siguientes puntos se tratará de describir todo el proceso de control, paso a paso.

2.11.2.1. PROGRAMA PRINCIPAL

Es el denominado bloque de organización o OB (Main), en el cual se encuentra el programa maestro. Dicho programa incluye la mayor parte de acciones del sistema de control, llamadas a los subprogramas y la comunicación con el PLC esclavo. Se implementa en el PLC maestro. Los dos subprogramas contenidos en él se reservan para ejecutar la secuencia de formación de capas. El control del resto del proceso se lleva a cabo dentro del programa principal.

A continuación se explica la secuencia del GRAFCET que permitirá traducir el programa principal a lenguaje de contactos.

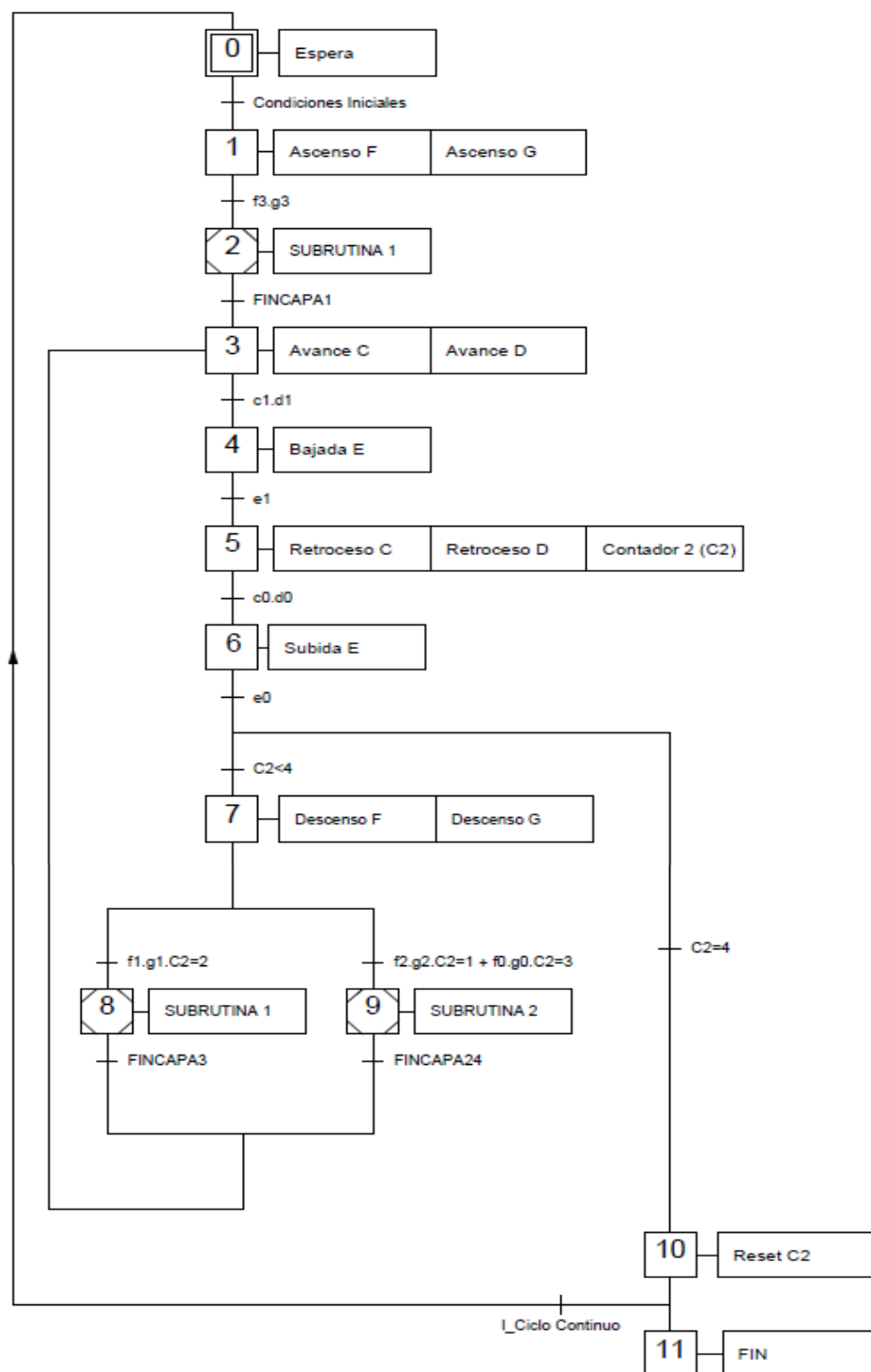


Figura 37. GRAFCET Programa Principal

La secuencia del proceso comienza en la etapa 0, cuando la máquina se encuentra en espera. Si se acciona el pulsador de Marcha y la máquina cumple las Condiciones Iniciales, entra en la etapa 1, que consiste en elevar la plataforma sobre la que se apoya el pallet hasta que los cilindros elevadores lleguen a máxima carrera. Activados los 2 sensores final de carrera f3 y g3 pasará a la etapa 2, la cual representa la Subrutina 1, que incluye el algoritmo para la formación de la capa 1. Cuando la señal de FINCAPA1 esté activa, tiene lugar la etapa 3 consistente en el avance de los cilindros desplazadores y por tanto, el avance de la mesa

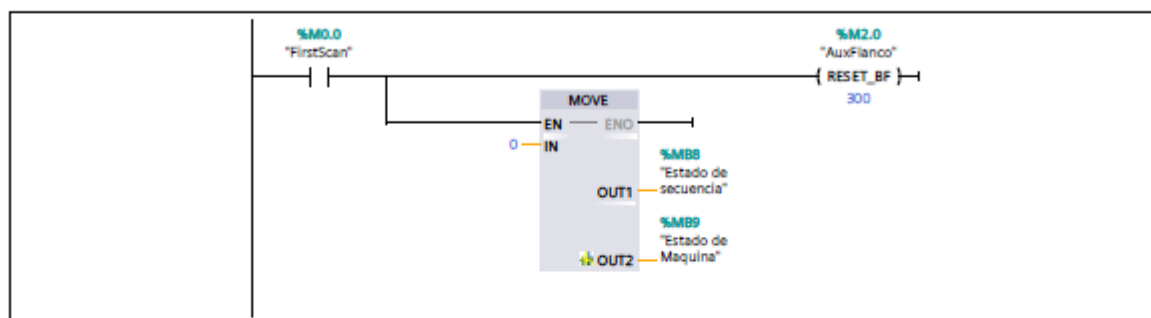
de desplazamiento horizontal. Llegados a máxima carrera, da comienzo la etapa 4, en la que el tope para las cajas se despliega. En el instante en que este llegue a final de carrera, los cilindros desplazadores retroceden junto con la mesa hasta mínima carrera y el contador de capas suma 1 (etapa 5). Realizadas estas acciones el tope se recoge y a partir de aquí se siguen 2 trayectorias:

- Si el número de capas depositadas es menor a 4 la secuencia pasa a la etapa 7, lo que significa el descenso del pallet hasta el nivel inmediatamente inferior. Dependiendo de las capas ya terminadas, el programa entrará en la Subrutina 1 (formación de capa 3, etapa 8) o en la Subrutina 2 (formación de capas 2 y 4, etapa 9). Las señales FINCAPA3 y FINCAPA24 indican el fin de la secuencia de dichos subprogramas. La secuencia entra en bucle y pasa de nuevo a la etapa 3, repitiendo las acciones explicadas anteriormente hasta llegar a la bifurcación comentada.
- Si el número de capas depositadas es igual a 4 la secuencia pasa a la etapa 10, que representa el reseteo del contador de capas C2. En caso de estar el Interruptor de Ciclo continuo activado, la máquina volverá a la etapa 0, iniciando otro ciclo de funcionamiento. En caso contrario, el ciclo llega a su fin (etapa 11).

A continuación, se explica el código de programación principal, segmento a segmento. Una vez elaborado y comprendido perfectamente el GRAFCET, será mucho más sencillo diseñar el programa de control.

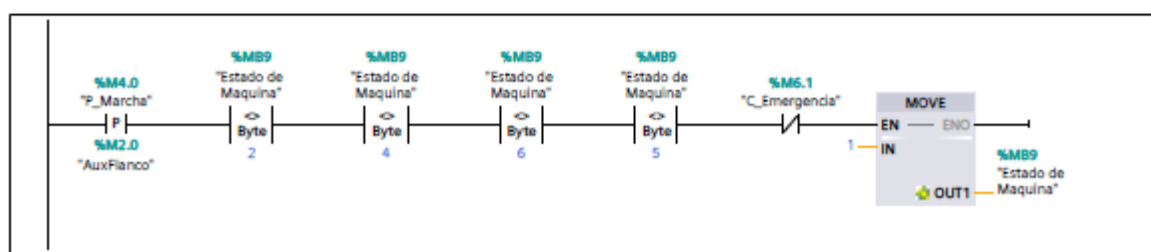
Segmento 1: First Scan

Para comenzar se lleva a cabo la reinicialización de marcas y estados. Las marcas se resetean, el estado del proceso se pone en Espera (0) y el estado de la máquina en Paro (0).



Segmento 2: Condición de Marcha

La puesta en marcha de la máquina se realizará accionando el pulsador de marcha. Siempre se que se cumplan las condiciones impuestas, es decir, el estado de la máquina no está en Rearme (2), ni en Ciclo continuo (4) ni en Emergencia (6), el estado de la máquina se pondrá a 1 (Marcha).

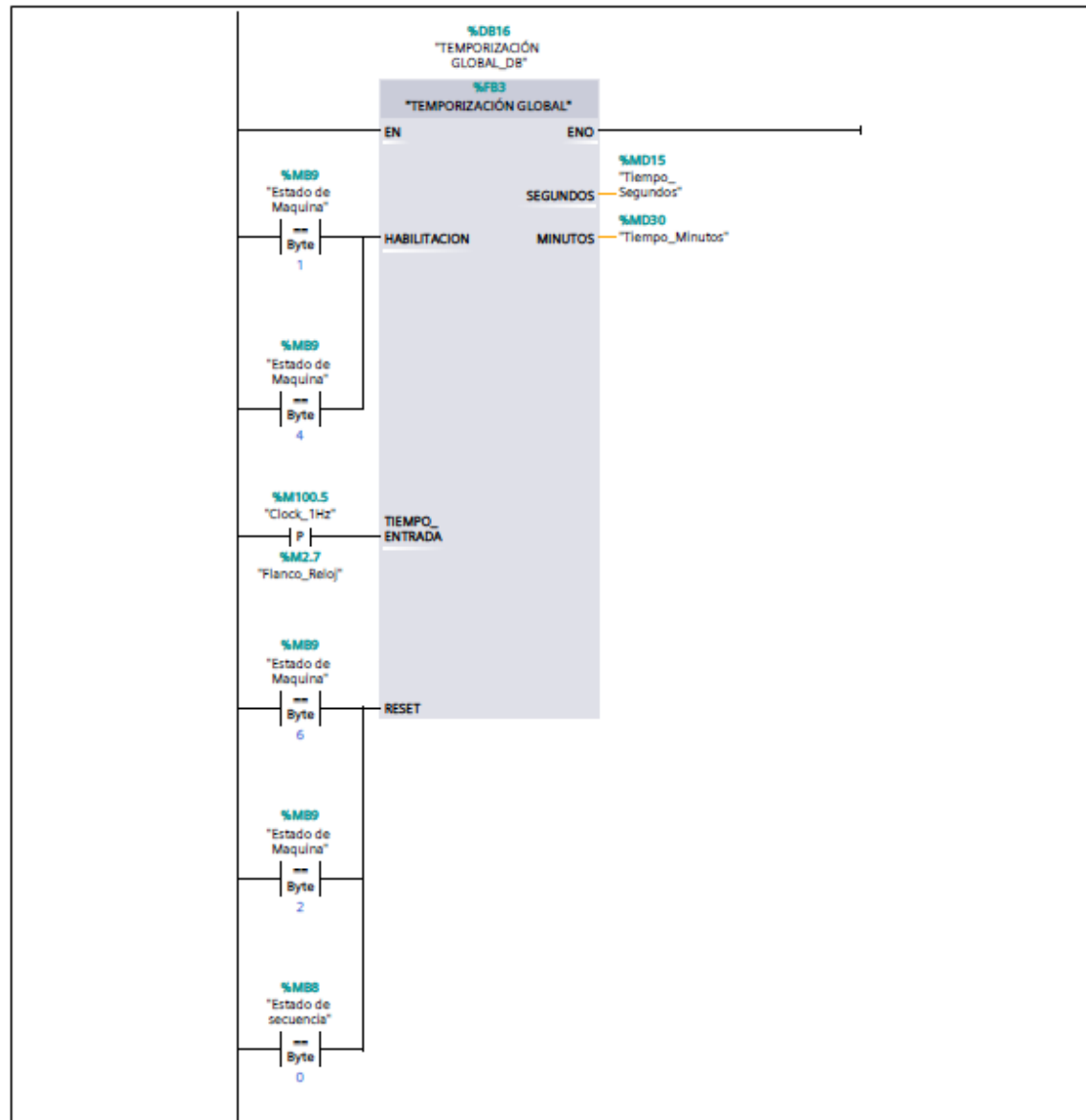


Segmento 3: Temporización del proceso

Se llama desde este programa principal a un bloque de función que contendrá el algoritmo de temporización, para poder cronometrar el tiempo de trabajo de la máquina. La entrada a la función se producirá en estado de Marcha o Ciclo continuo. Con cada pulso de reloj de 1 Hz (1 segundo) se contabiliza el tiempo. El cronómetro se resetea

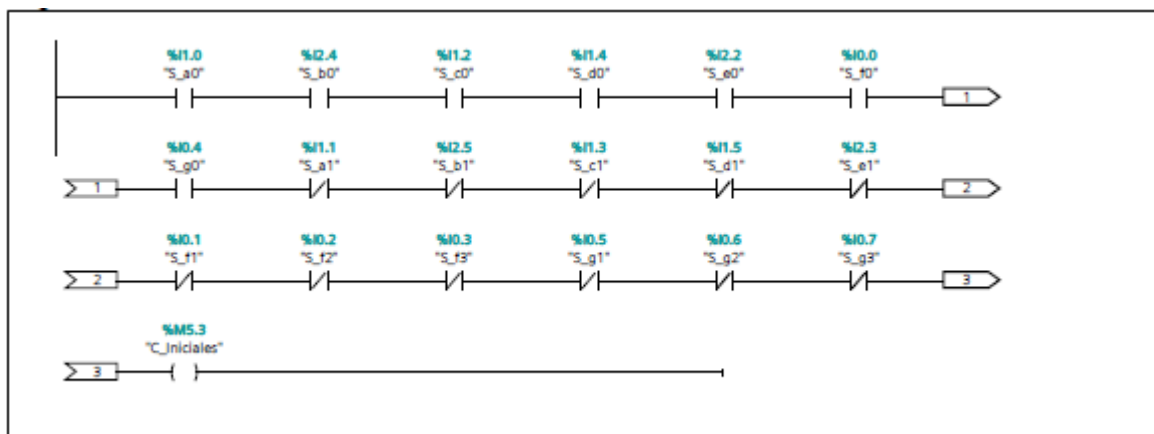
Totally Integrated Automation Portal		

cuando el estado del proceso está en espera (0), o cuando el estado de la máquina está en Rearme (2) o Emergencia (6).



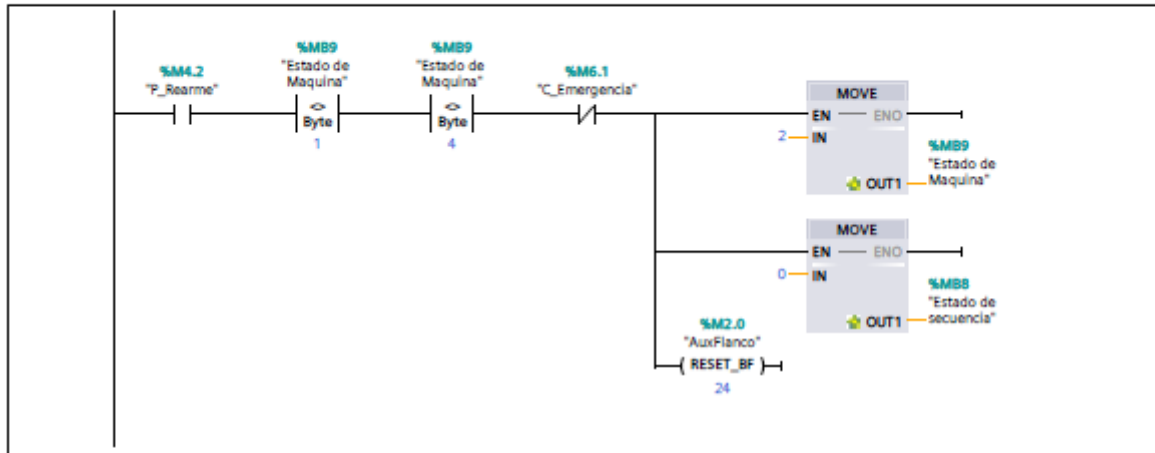
Segmento 4: Condiciones Iniciales

La condiciones iniciales se cumplen cuando todos los actuadores están recogidos, en su posición de reposo. Este es el estado inicial, en el cual debe comenzar el proceso.



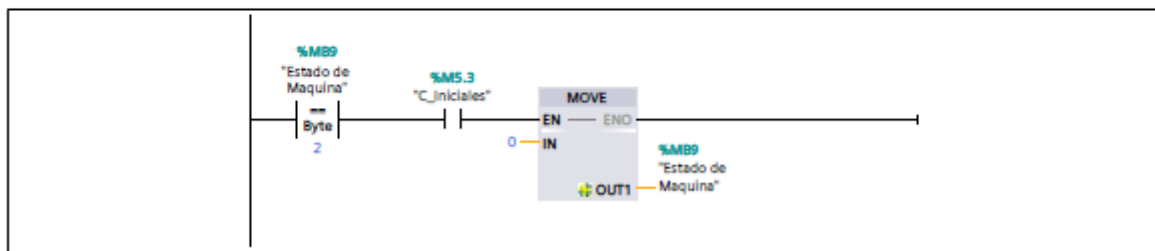
Segmento 5: Condición de Rearme

Para rearmar la máquina, habrá que accionar el pulsador de rearme. Si la máquina no está en Marcha ni Ciclo continuo, el estado de la máquina pasará a Rearme (2) y el estado del proceso se pondrá en espera (0).



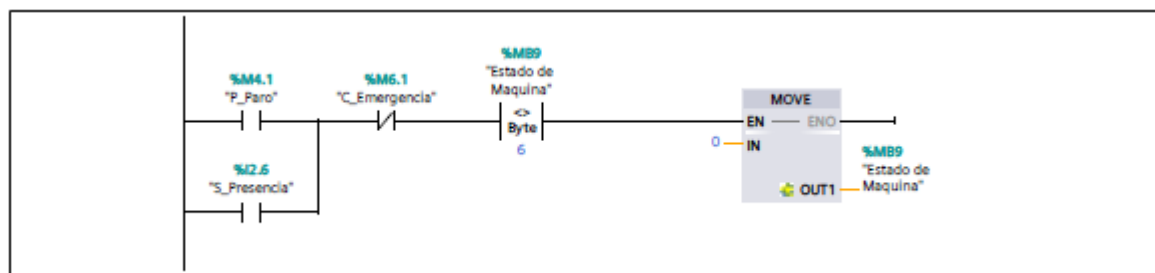
Segmento 6: Fin de Rearme

Cuando la máquina esté rearmada y por tanto se cumplan las condiciones iniciales, el estado de la máquina se pondrá en Paro (0).



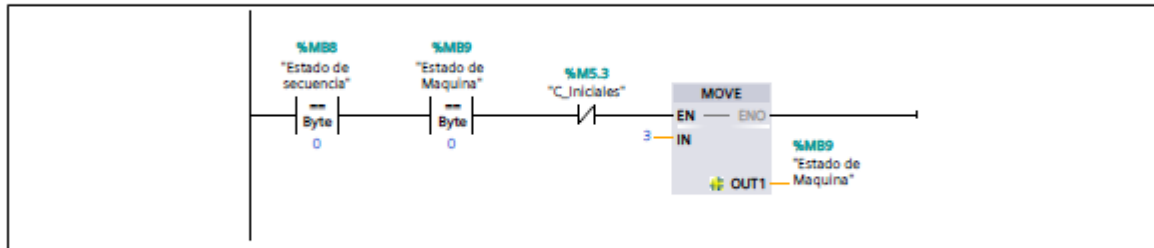
Segmento 7: Condición de Paro

Cuando se pulsa el botón de paro o el sensor de presencia detecta algún objeto o persona cerca de la máquina, el estado de la máquina pasará a Paro (0), siempre que no esté en estado de emergencia (6).



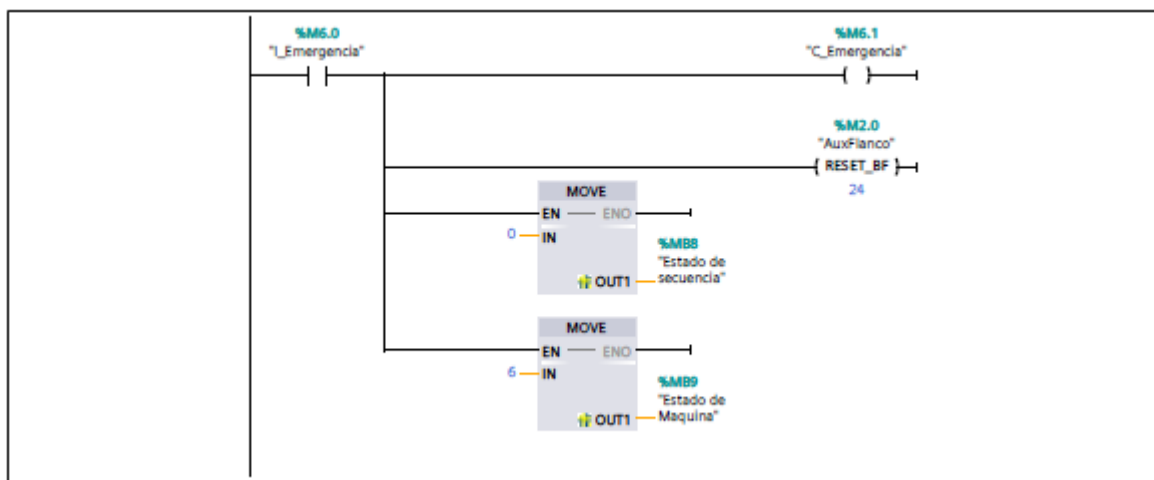
Segmento 8: Inicio sin Condiciones Iniciales

Es una situación excepcional, en la cual si se acciona el botón de marcha, la máquina arrancará sin haberse cumplido las condiciones iniciales. Un ejemplo es cuando se corta el suministro eléctrico momentáneamente.



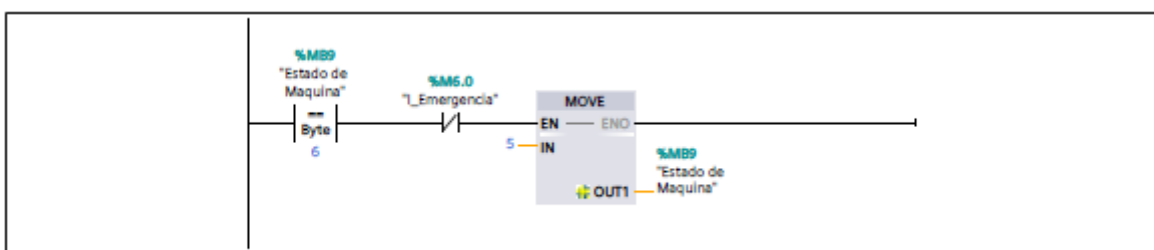
Segmento 9: Condición de Emergencia

En caso de querer parar la máquina por una emergencia, se debe accionar la seta de emergencia, con lo que se activará la marca de Condición de emergencia, el estado de la máquina se pondrá en Emergencia (6), el estado del proceso pasará a En espera (0) y las marcas se resetearán.



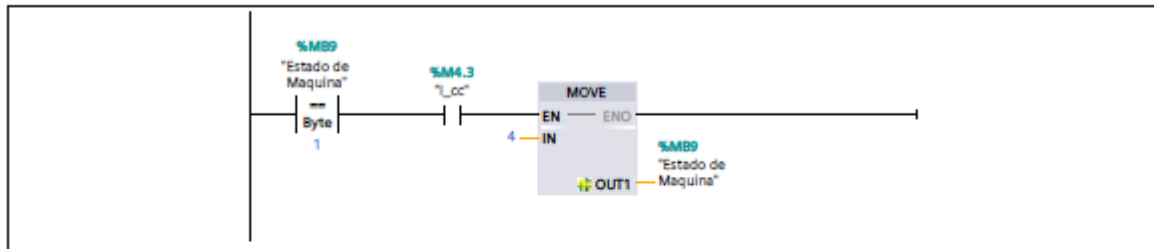
Segmento 10: Obligado Rearme

Una vez activado el estado de emergencia, si la seta es desenclavada el estado de la máquina pasa a Obligado rearme (5). Como su propio nombre indica, en este caso habrá que rearmar para volver a hacer la puesta en marcha.



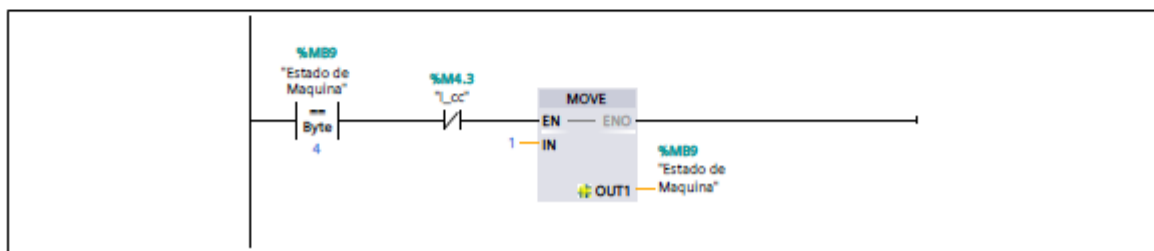
Segmento 11: Condición de Ciclo Continuo

Con la máquina en marcha, si se activa el interruptor de ciclo continuo, el estado de la máquina pasa a Ciclo continuo (4).



Segmento 12: Condición de 1 solo ciclo

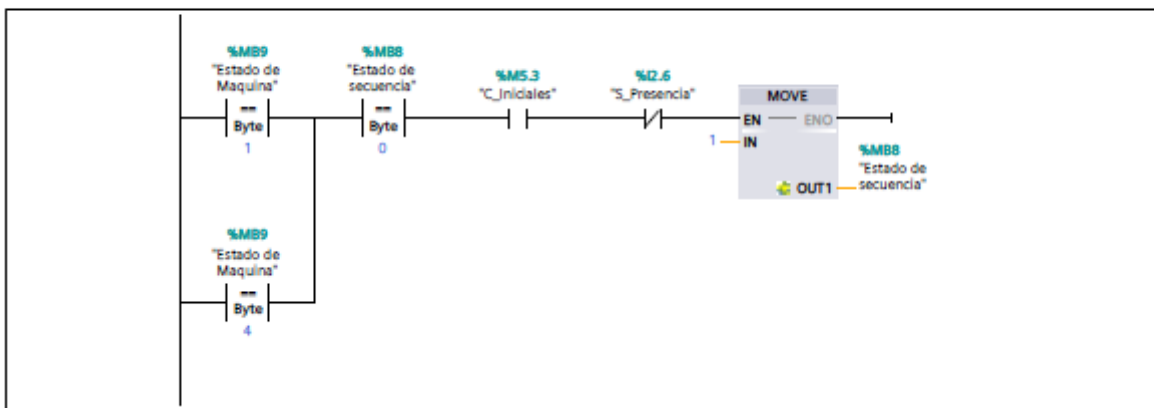
Es la secuencia inversa del segmento anterior. Cuando el estado de la máquina sea Ciclo continuo (4) y se desactive el interruptor de ciclo continuo, el estado pasará a Marcha (1).



Puesto que ya se han dado detalles acerca de los diferentes estados de funcionamiento de la máquina, a partir de aquí se observa el programa en sí, es decir, la secuencia del proceso por etapas.

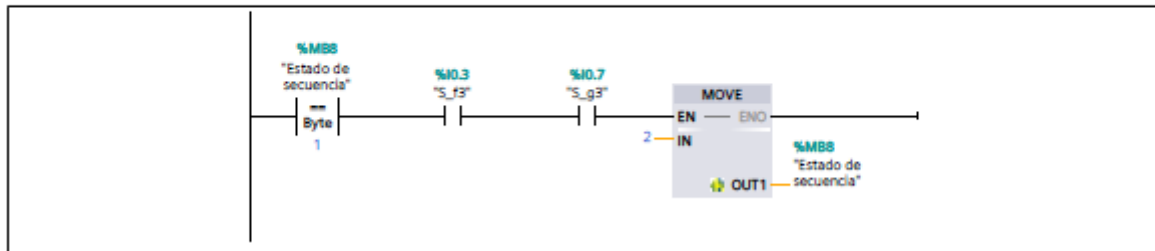
Segmento 13: Inicio de programa- Etapa 0

Aquí empieza el proceso. Si el estado de la máquina es Marcha (1) o Ciclo continuo (4), se cumplen las condiciones iniciales y el estado de la secuencia es En espera (0), ese mismo estado entrará en la etapa 1 (1).



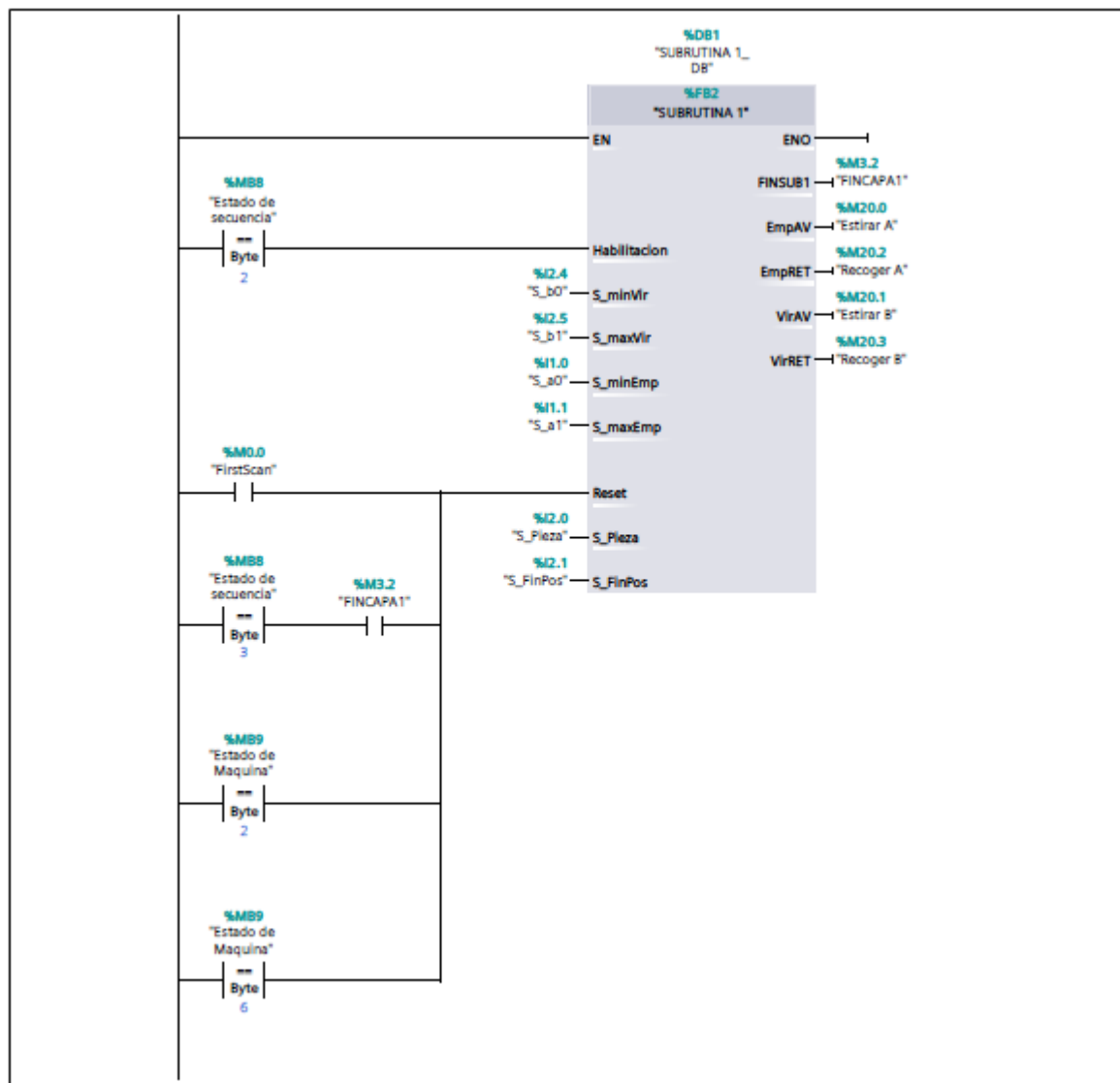
Segmento 14: Etapa 1

Con el proceso en la etapa 1, cuando los cilindros elevadores (F y G) lleguen a sus respectivos sensores finales de carrera, se activa la etapa 2.



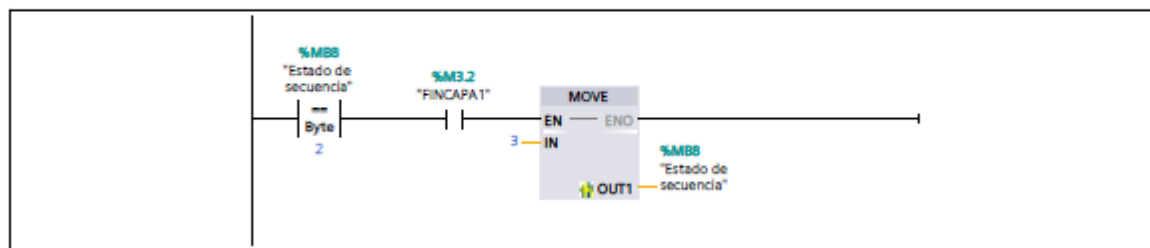
Segmento 15: Etapa 2

La etapa 2 habilita la entrada al subprograma 1. Cuando se ejecuten las instrucciones de dicho subprograma, comienza la formación de la capa 1. Un grupo de variables se le pasarán a la subrutina y otro grupo serán salidas para el programa principal. El bloque de función se resetea cuando: se produce el escaneo inicial; con la máquina en estado de Rearme (2) o Emergencia (6); el proceso ha pasado a la etapa 3.



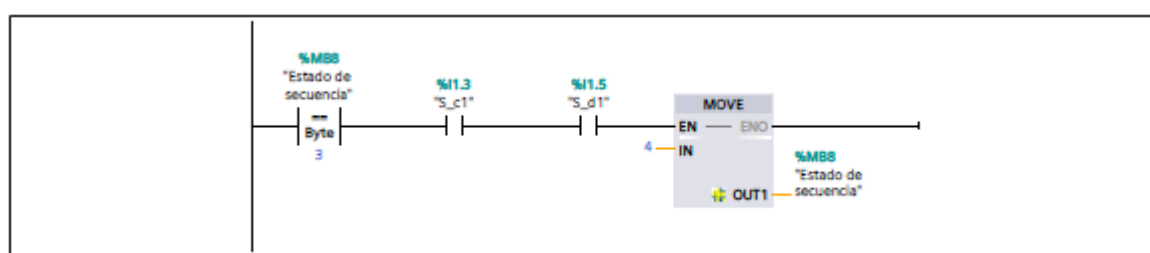
Segmento 16: Etapa 2 Fin

Concluida la formación de la capa 1, la subrutina devuelve la marca M3.2, que indicará el fin de la etapa 2, permitiendo que el estado de la secuencia pase a la etapa 3.



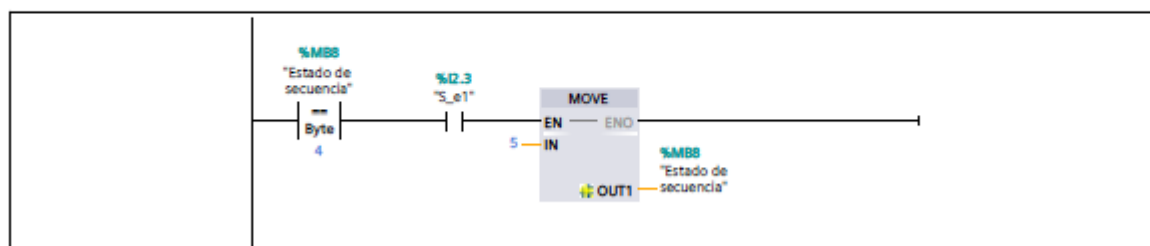
Segmento 17: Etapa 3

En la etapa 3, la pareja de cilindros desplazadores recibe la orden de avance. La mesa de desplazamiento horizontal avanzará con ellos y cuando lleguen a los sensores finales de carrera, el proceso entra en la etapa 4.



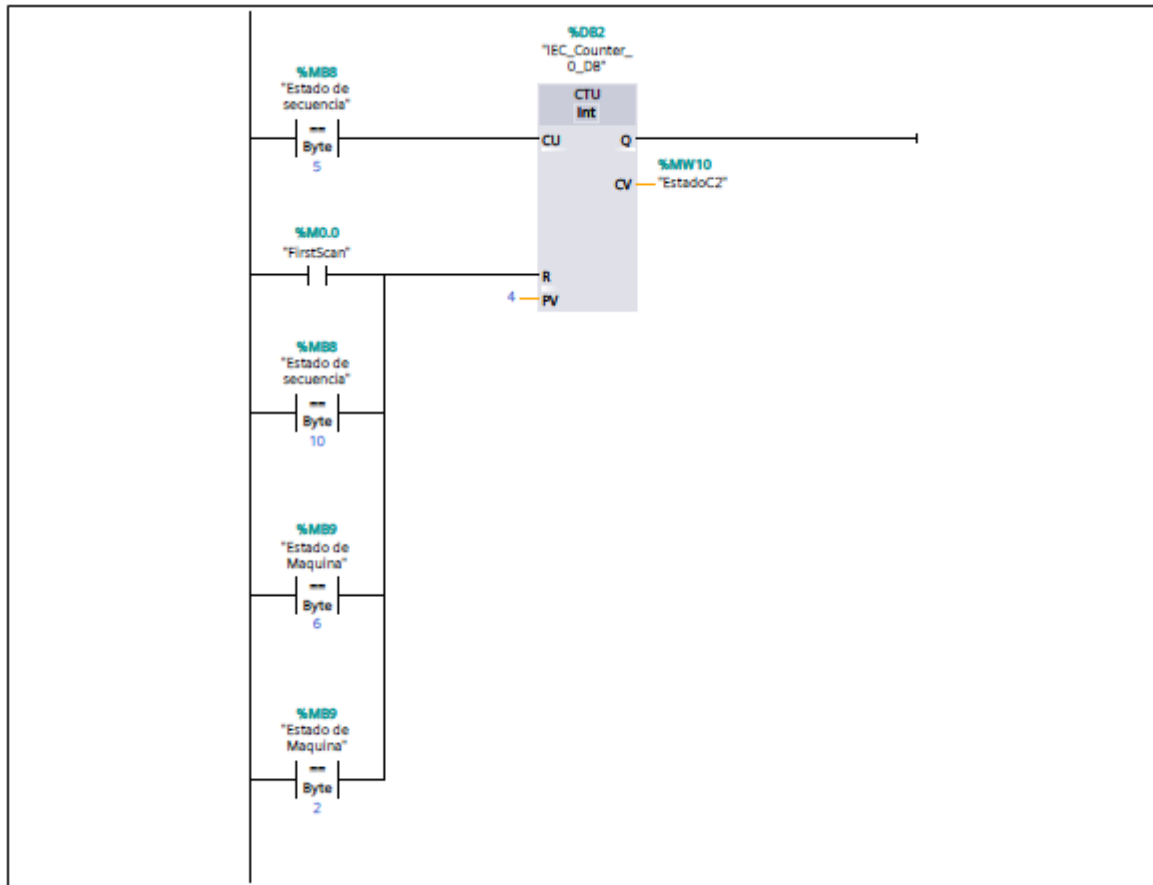
Segmento 18: Etapa 4

Con los cilindros desplazadores en máxima carrera, el actuador giratorio (E) hará bajar el trinquete hasta llegar a su final de carrera. Entonces, finaliza la etapa 4 y comienza la etapa 5.



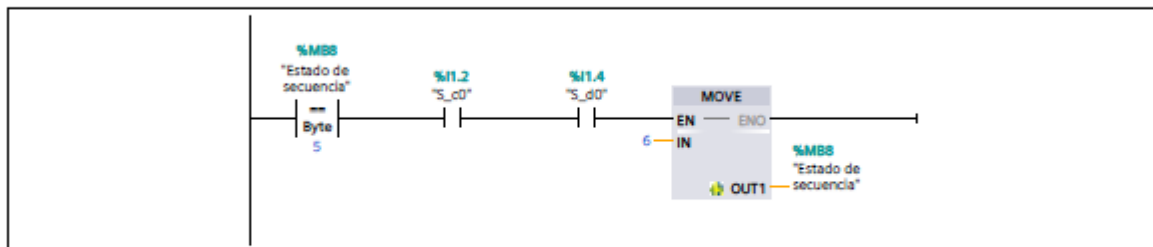
Segmento 19: Etapa 5 (Contador de capas)

La variable tipo Word MW10 (EstadoC2) almacenará el número de capas finalizadas. Cada vez que el proceso entre en la etapa 5, el contador sumará 1, hasta llegar a un máximo de 4. El reseteo de este contador se lleva a cabo en los siguientes estados: Rearme, Emergencia, escaneo inicial, etapa 10.



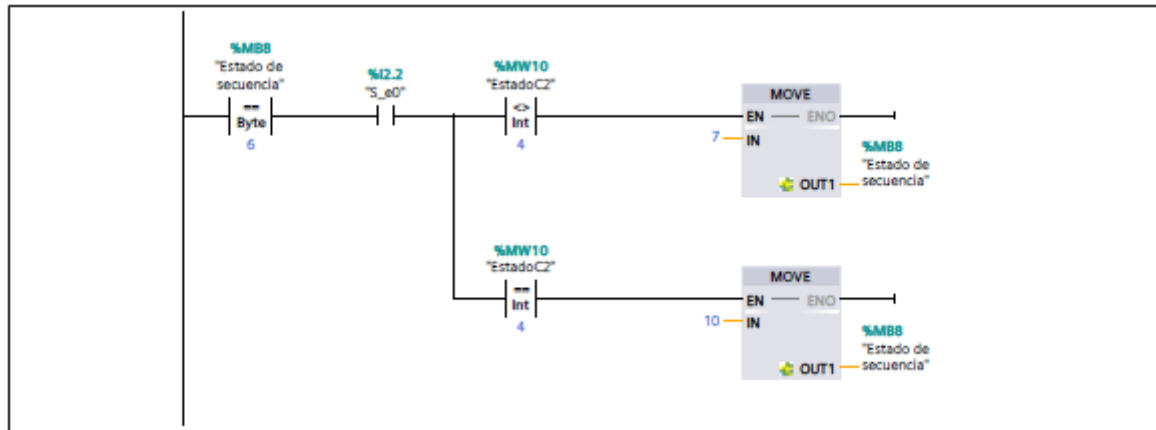
Segmento 20: Etapa 5 Fin

Estando en la etapa 5 y con el actuador E extendido, la mesa de desplazamiento horizontal retrocede a su posición inicial con los cilindros C y D. Cuando estos pisen los sensores de inicio de carrera, el proceso entra en la etapa 6.



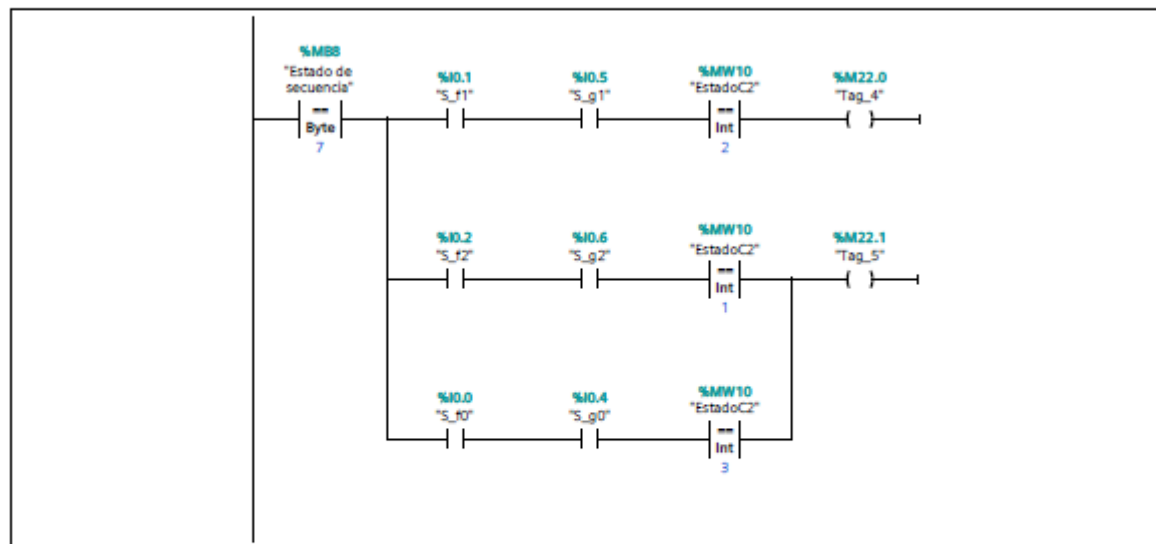
Segmento 21: Etapa 6

La etapa 6 consiste en el levantamiento del trinquete (retroceso actuador E). Cuando el actuador llegue a su posición inicial, hay dos caminos a seguir: si el número de capas es menor a 4 (pallet incompleto), el estado de secuencia entra en la etapa 7; si el número de capas es igual a 4 (pallet lleno), el proceso pasa a la etapa 10.



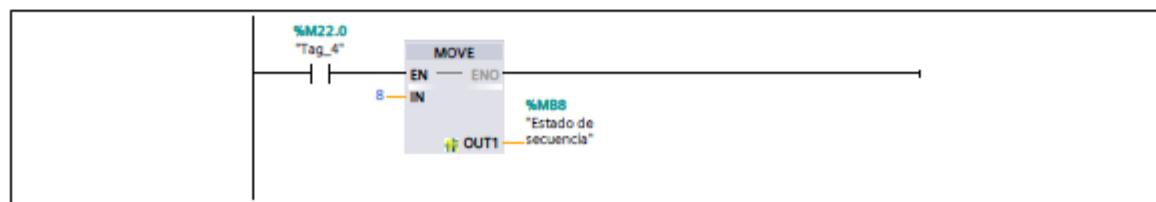
Segmento 22: Etapa 7 (Elección Subrutina 1 o Subrutina 2)

La presente etapa consiste en provocar el descenso de los cilindros elevadores (F y G) para la colocación de una nueva capa de cajas sobre la plataforma. Para pasar a la formación de la segunda capa la condición será que estén pisados los sensores intermedios f2 y g2. Así mismo, para la tercera capa estarán pisados los sensores f1 y g1, y para la cuarta, f0 y g0, que son los sensores de mínima carrera.



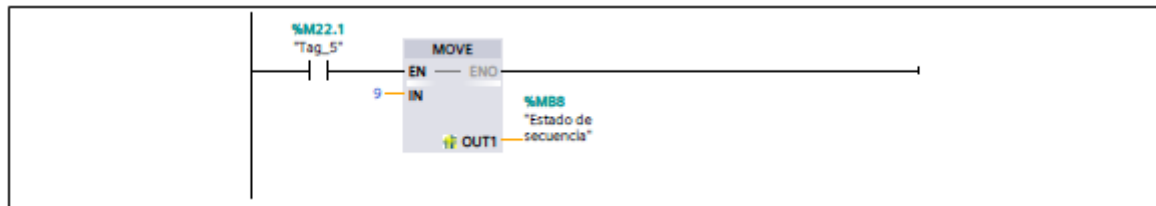
Segmento 23: Entrada en etapa 8

Cumplidas las condiciones anteriores, el estado de secuencia pasa a etapa 8 para la formación de la capa 3.



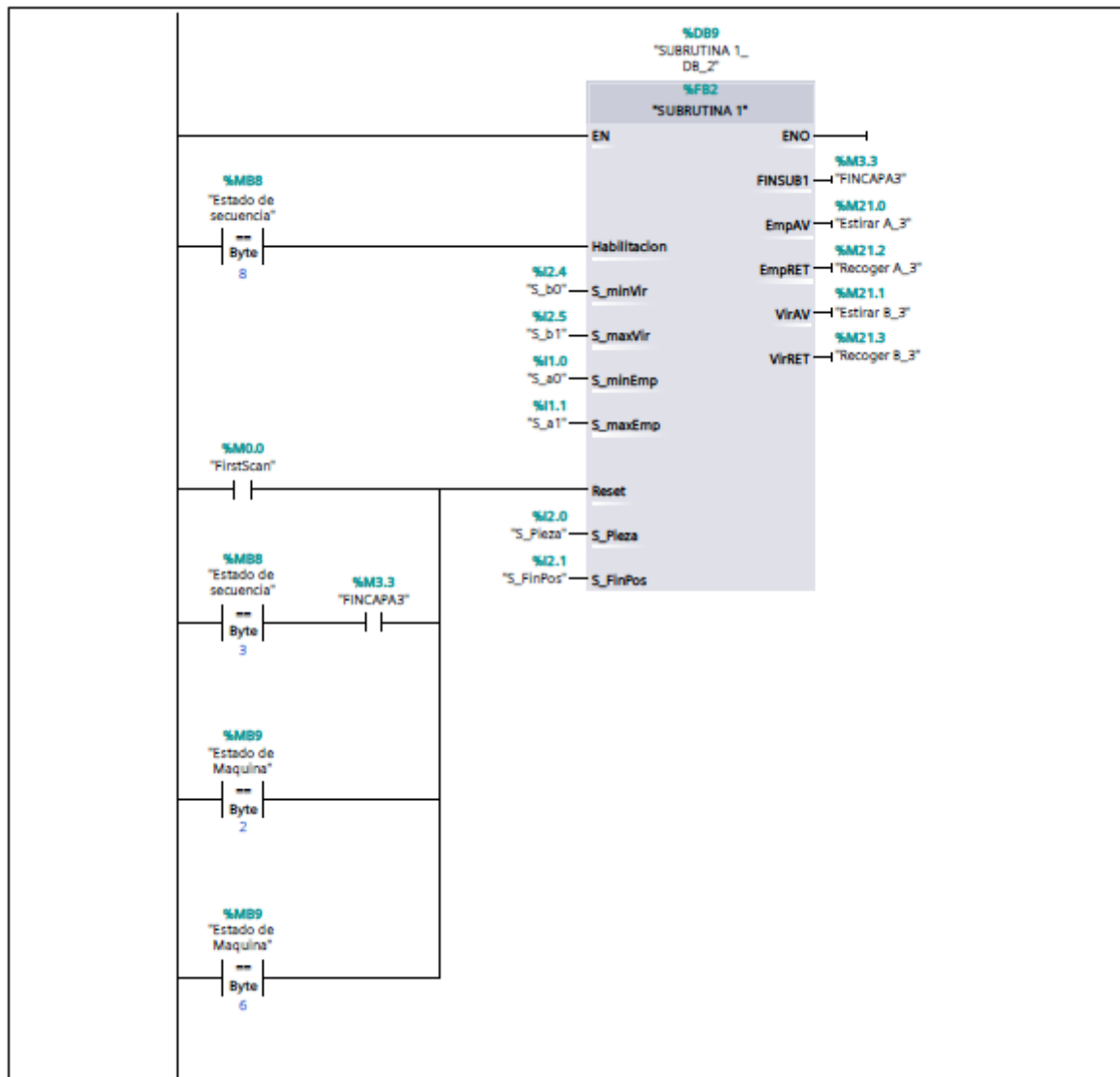
Segmento 24: Entrada en etapa 9

Cumplidas las condiciones anteriores, el estado de secuencia pasa a etapa 9 para la formación de las capas 2 y 4. El proceso atravesará 2 veces esta etapa en un único ciclo, ya que se han de completar las 2 capas.



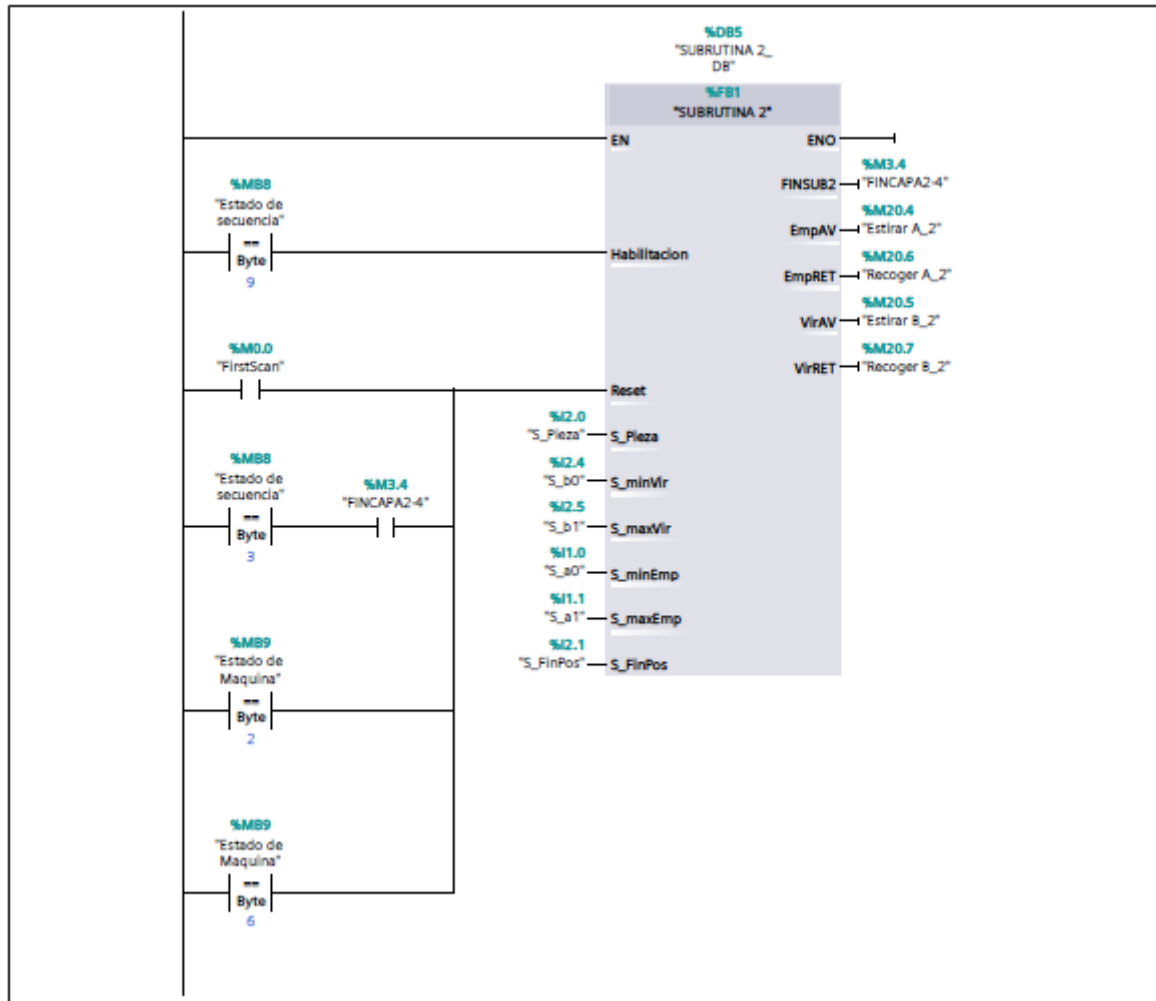
Segmento 25: Etapa 8

Análogamente a la etapa 2, se llama a la subrutina 1, pero esta vez para llevar a cabo la composición de la capa 3. Las aclaraciones son idénticas a lo descrito en el segmento 15.



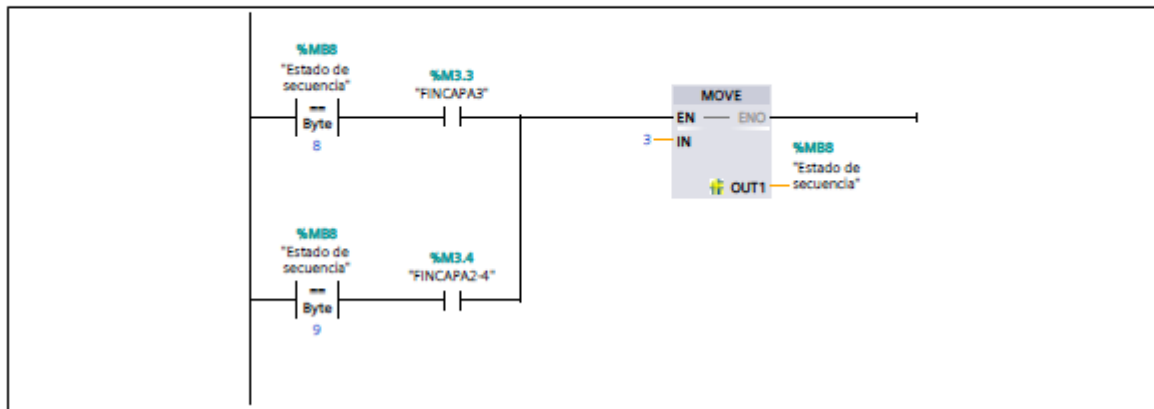
Segmento 26: Etapa 9

Se llama a la subrutina 2 para la formación de la capa 2 o 4. El procedimiento es igual que en los casos anteriores.



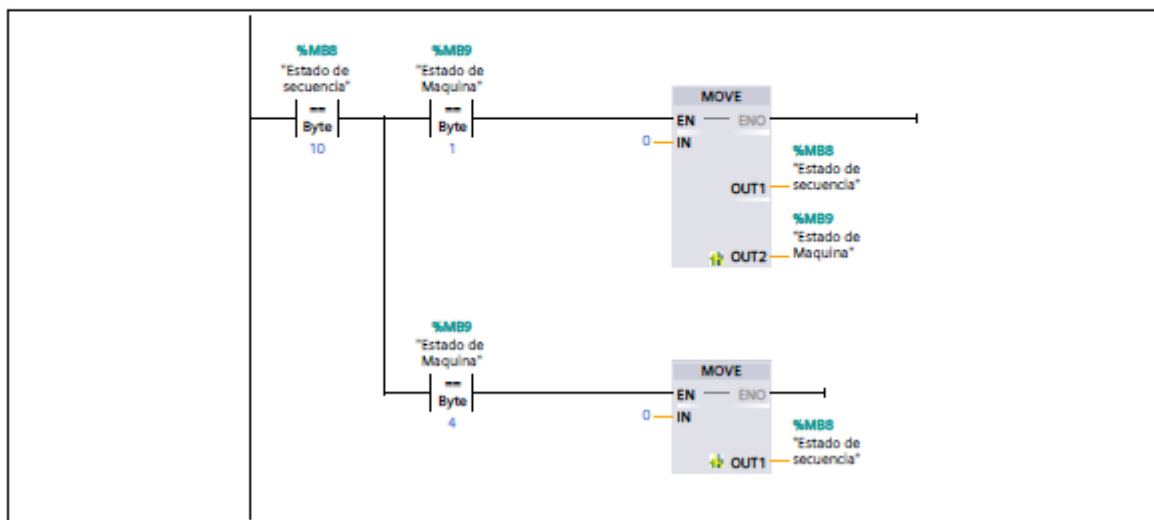
Segmento 27: Regreso a Etapa 3 (Fin Capas 2,3 y 4)

Al finalizar la formación de las capas 2, 3 o 4, el subprograma correspondiente devolverá una marca que indicará el fin de la subrutina. En estos 3 casos, el estado de secuencia regresará a la etapa 3, con el objetivo de desplazar y depositar cada una de las capas, ya completas, sobre el pallet.



Segmento 28: Etapa Final. Fin de programa o comienzo de 1 nuevo ciclo.

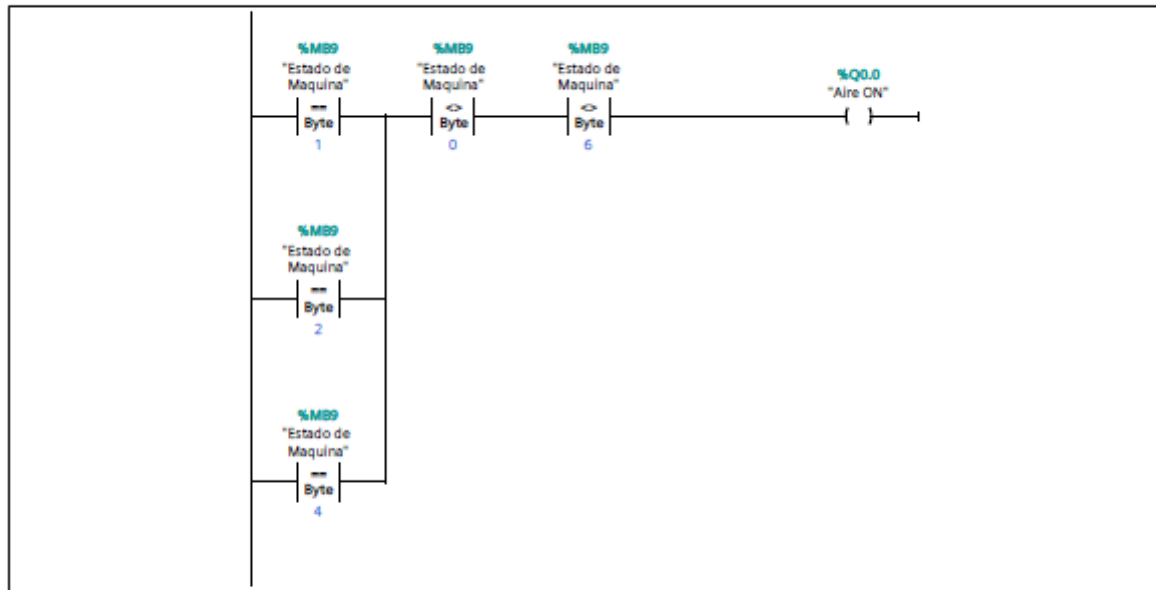
Llegados a la etapa 10, si el estado de la máquina es Marcha (1), este entrará en Paro (0) y el estado del proceso pasará a En espera (0), es decir, la máquina se pondrá en reposo y el suministro de aire será cortado. Por el contrario, si el estado de la máquina es Ciclo continuo (4), el estado del proceso pasará a En espera (0) e inmediatamente se pondrá en marcha el proceso de nuevo, debido a la configuración del programa.



Por último, en el programa principal, se muestran todas salidas digitales que dan las órdenes a los diferentes actuadores y al variador.

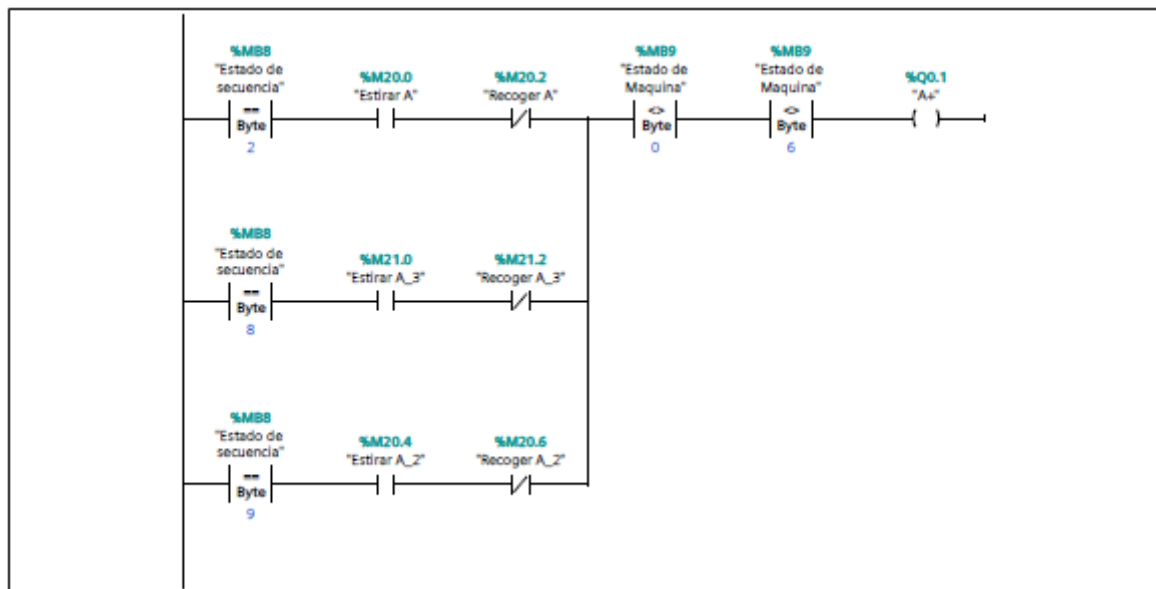
Segmento 29: Salida 1

Cuando la máquina se encuentra en estado de Marcha (1), Rearme (2) o Ciclo continuo (4), la bobina de la electroválvula 3/2 recibe tensión, permitiendo el entrada de aire al circuito neumático.



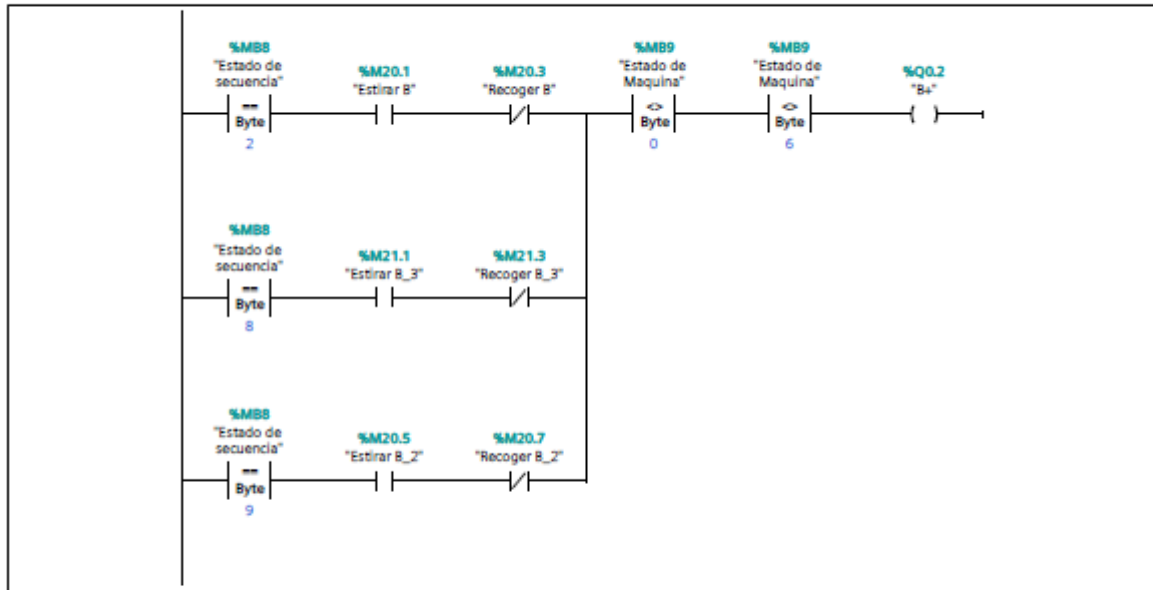
Segmento 30: Salida 2. Avance del cilindro empujador (A)

Las marcas de salida de las 2 subrutinas son variables de tipo Output, por lo que serán recibidas en el programa principal. Debido a esto, cuando las marcas se activen en el subprograma, también se activarán en el principal. Si las marcas están activas y el estado de la máquina no se encuentra en Paro (0) ni Emergencia (6), la electroválvula del cilindro A recibirá la orden de avance y permitirá la extensión del actuador.

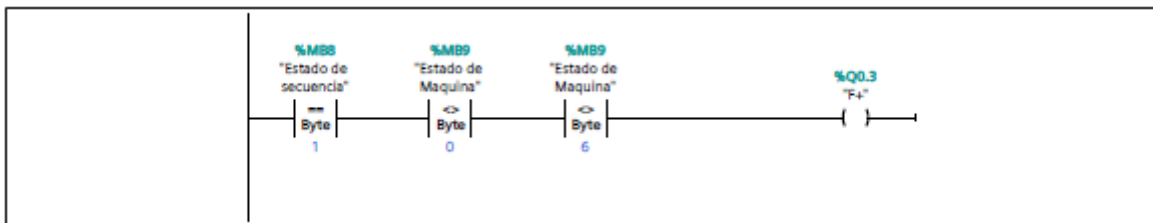


Segmento 31: Salida 3. Avance del cilindro de giro (B)

La salida 3 se activa del mismo modo que la salida 2. Una vez activada, la bobina de la electroválvula recibe tensión y provoca el avance del cilindro B.

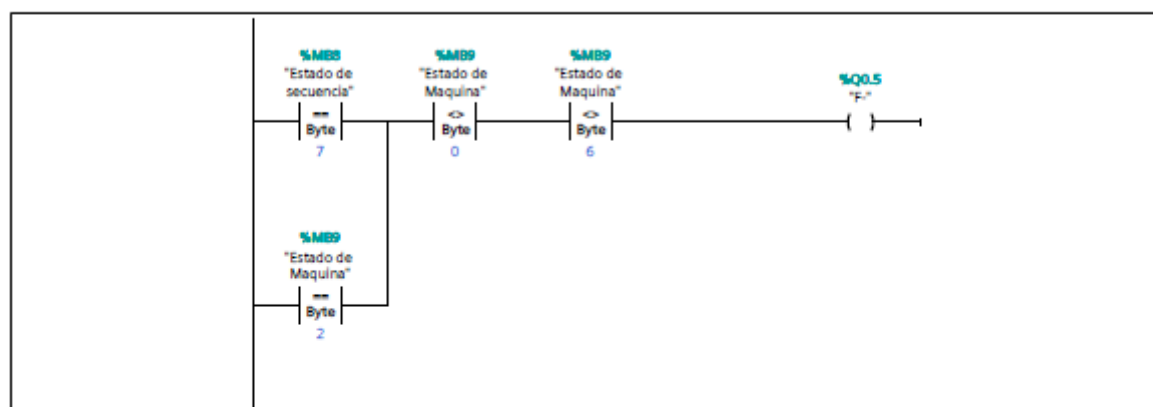
**Segmento 32: Salida 4. Avance de los cilindros elevadores (F y G)**

En la etapa 1 se produce el avance de los cilindros elevadores (F y G), siempre que el estado de la máquina no sea Paro (0) ni Emergencia (6). Como se puede observar existe una sola salida para extender los 2 actuadores. El motivo de ello es que en el prototipo de laboratorio se ha utilizado una única electroválvula para gobernar los cilindros, tratando de sincronizar lo máximo posible la velocidad de los mismos. En el modelo real, se colocará una electroválvula para cada cilindro y por consiguiente, existirán 2 salidas.



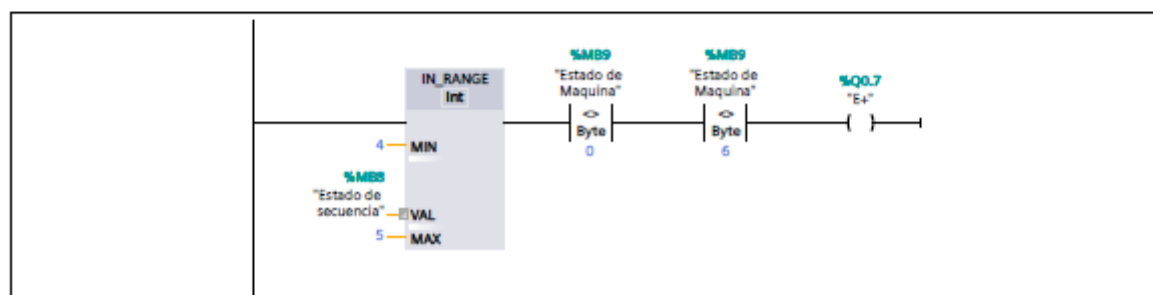
Segmento 33: Salida 5. Retroceso de los cilindros elevadores (F y G)

Tanto si el estado del proceso se encuentra en la etapa 7 o el estado de la máquina en Rearme (2), se activará la salida que provocará el descenso de los actuadores F y G. Por el mismo motivo que en el caso anterior, se ha utilizado una sola electroválvula.



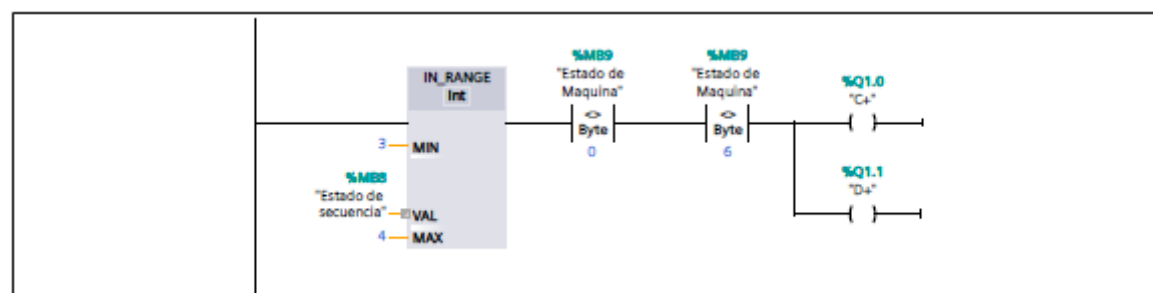
Segmento 34: Salida 6. Avance actuador giratorio (Bajada de trinquete, E)

Aquí se utiliza un bloque `IN_RANGE` para mantener activada la salida 6 mientras el proceso se encuentre en las etapas 4 y 5. El estado de la máquina, por su parte, ha de ser distinto de Paro (0) o Emergencia (6).



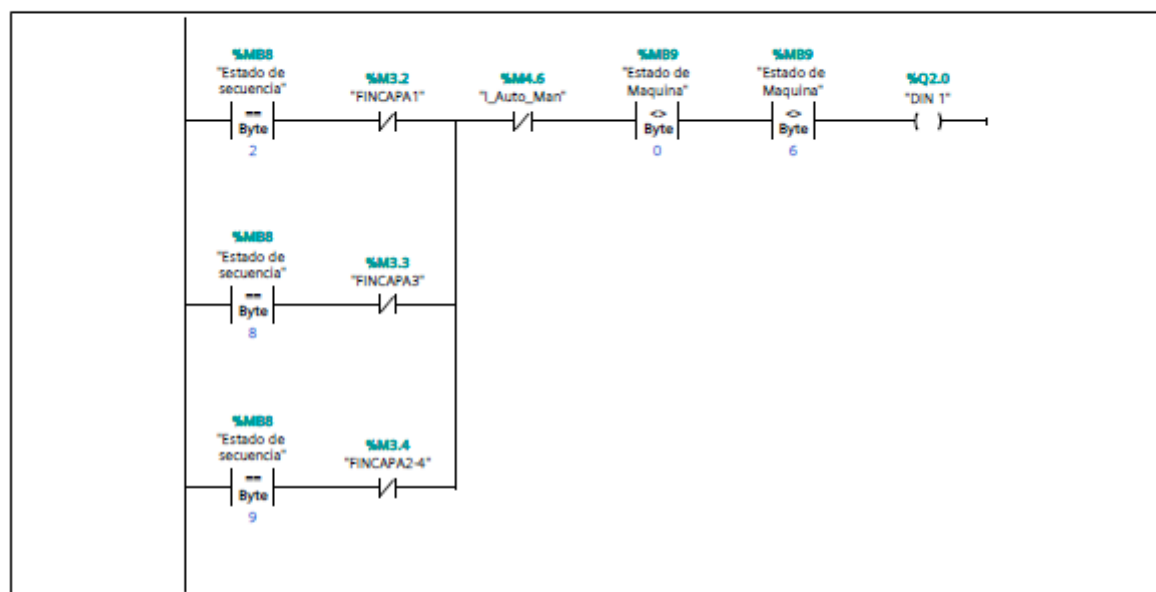
Segmento 35: Salidas 7 y 8. Avance cilindros de desplazamiento horizontal (C y D)

Tomando como referencia el segmento 34, mientras el proceso esté en las etapas 3 y 4, y la máquina no se encuentre en estado de Paro (0) ni en Emergencia (6), los cilindros desplazadores C y D avanzarán desplazando la mesa hasta el pallet.



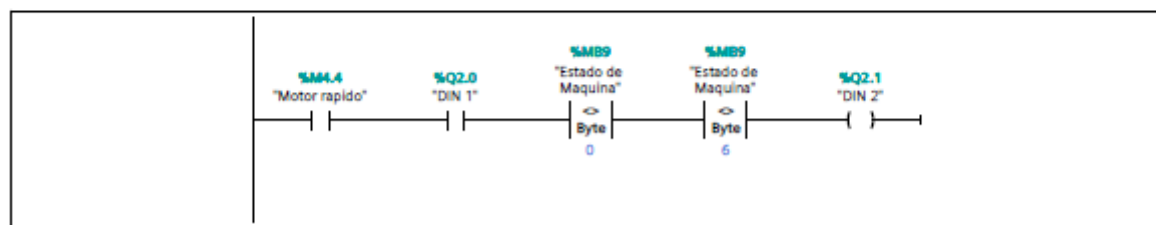
Segmento 36: Salida 9. Motor ON

Este segmento tiene como función poner en marcha el motor que mueve la cinta transportadora a una velocidad de 240 rpm. Esta orden se ejecutará cada vez que el programa entre en las subrutinas, es decir, cuando el estado de secuencia se encuentra en las etapas 2, 8 o 9 (formación de capas). Además debe cumplirse que la cinta esté en modo automático y que la máquina no se halle ni en Paro (0) ni en Emergencia (6).



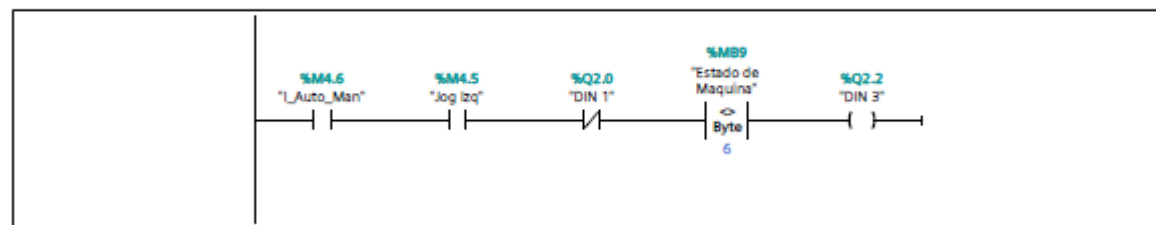
Segmento 37: Salida 10. Aumento de la velocidad del motor

Activando esta salida, el motor aumentará su velocidad hasta las 450 rpm. Para que eso sea posible se ha de accionar el interruptor de velocidad del HMI, el motor tiene que encontrarse en funcionamiento (Salida 9 activada) y el estado de la máquina no será ni Paro (0) ni Emergencia (6).



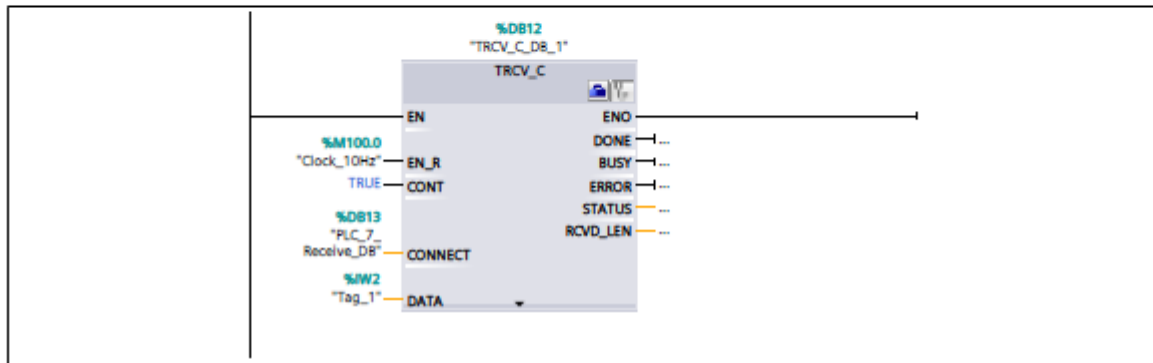
Segmento 38: Salida 11. Jog (Control manual del motor con giro a izquierdas)

La duodécima y última salida permite poner en marcha la cinta a velocidad reducida (150 rpm) de modo manual, con el objetivo de realizar tareas de mantenimiento o liberar cualquier objeto o caja que interfiera en el correcto funcionamiento de la máquina. Para activar esta función, El interruptor Automático/Manual debe situarse en modo manual, el pulsador de Jog debe ser pulsado y la máquina no puede encontrarse en estado de Emergencia (6).

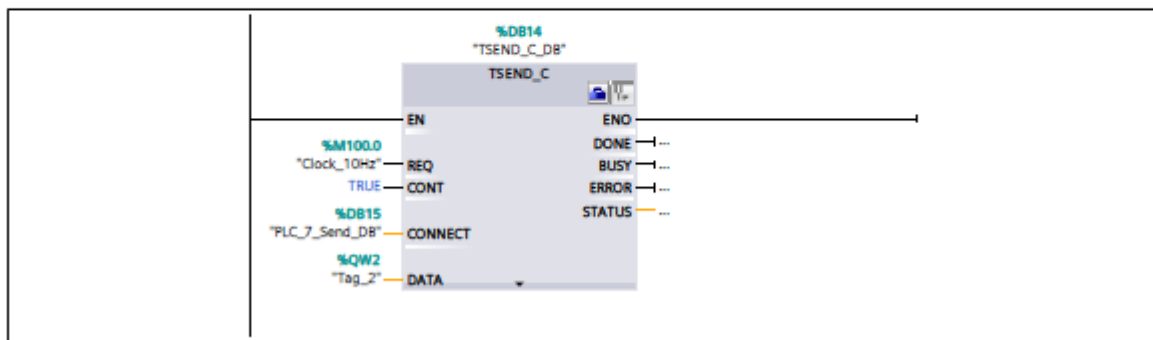


Segmento 39: Recepción de datos (Comunicación de PLC's)

Los segmentos 39 y 40 albergan el método de comunicación entre los 2 autómatas. En el programa principal del PLC maestro (en el que nos encontramos) se incluye: un bloque TRCV_C que hará posible recibir las entradas digitales de los bytes 0 y 1 del autómata esclavo, en los bytes 2 y 3 del autómata maestro, con motivo de no ocupar las entradas digitales que ya han sido utilizadas y ampliar, como se ha dicho, el número de entradas; un bloque TSEND_C, que permitirá enviar las salidas digitales de los bytes 2 y 3 del autómata maestro, a los bytes 0 y 1 del autómata esclavo, con motivo de no ocupar las salidas digitales que ya han sido utilizadas y ampliar, como se ha dicho, el número de salidas disponibles.



Segmento 40: Envío de datos (Comunicación de PLC's)



2.11.2.2. SUBPROGRAMAS

Para la formación de capas se ha decidido crear 2 subprogramas, como se comentó anteriormente. El subprograma 1 contendrá el programa que controla la formación de las capas 1 y 3. En cambio, el subprograma 2 engloba el programa de control para las capas 2 y 4. Hay que comentar que las dos subrutinas son muy similares, pues solamente se ha adaptado cada una de ellas a su correspondiente patrón de colocación de cajas, dependiendo de la capa de que se trate, pero las secuencias se diseñan utilizando el mismo procedimiento lógico. Esta similitud se traduce en un ahorro en tiempo de desarrollo del programa y en un código mejor estructurado.

Existe un tercer subprograma que abarca el algoritmo de temporización, el cual registrará el tiempo de operación de la máquina.

Se presentará a partir de aquí, la explicación de los subprogramas. Como se ha procedido en el apartado anterior, primero se describe el GRAFCET de cada uno de los subprogramas.

- Subprograma 1

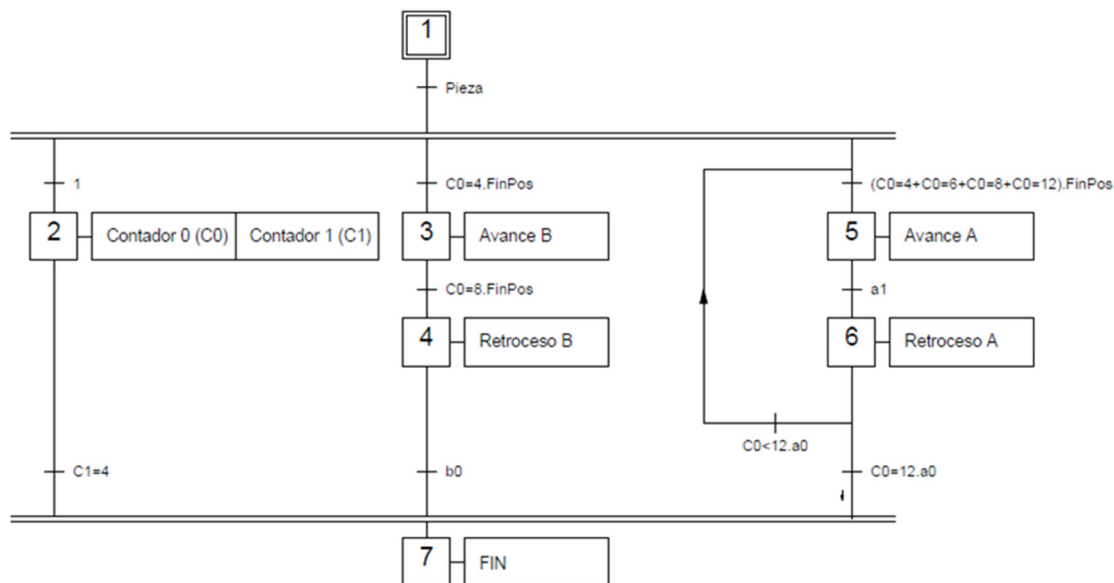


Figura 38. GRAFCET Subprograma 1

La secuencia representada en el GRAFCET se corresponde con las etapas 2 y 9 del programa principal, las cuales hacen referencia a la Subrutina 1.

En este diagrama hay 3 ramas de secuencia, que tendrán lugar en paralelo. En el código la rama de la derecha se identifica con el nombre de Camino 1 y la central se denomina Camino 2. La rama de la izquierda no tendrá un nombre como tal, ya que no se almacenará en un Estado de secuencia como las dos anteriores. Se destaca que los indicadores numéricos de las etapas no se corresponden exactamente con los del programa, ya que no es posible, pues los caminos se almacenan en variables de Estado de secuencia diferentes, que hay que numerar desde 0.

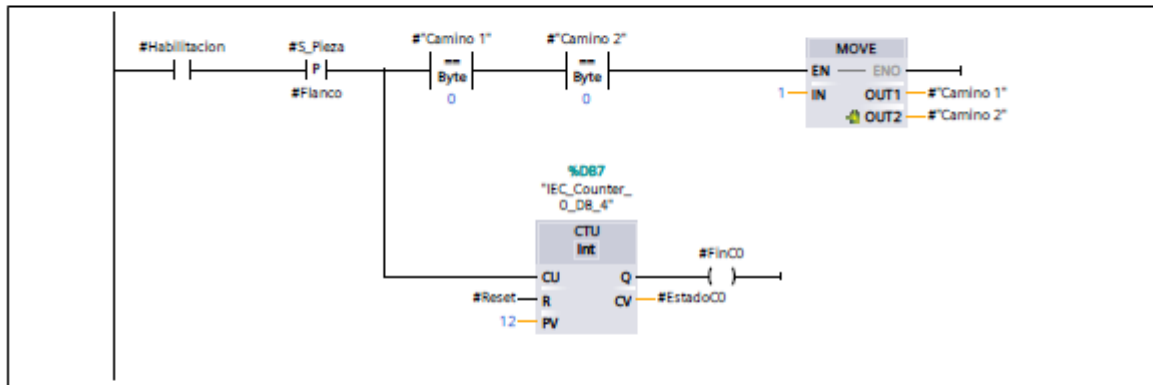
Una vez que el programa entra en la Subrutina 1, el proceso de formación de capas comenzará cuando el sensor de cajas detecte la primera caja. Entonces, en la etapa 2, el contador C0 sumará 1 cada vez que una caja pase por el sensor. El contador C1, por su parte, sumará 1 cada vez que el sensor fin de serie esté activado, es decir, cuando cada una de las 4 series de cajas esté completa.

El camino 1 se iniciará a continuación, siempre que se cumplan simultáneamente las condiciones siguientes: el contador C0 ha registrado 4, 6, 8 o 12 cajas y el contador de series está activado. Acto seguido, el cilindro empujador avanzará hasta llegar a máxima carrera (etapa 5), activando con ello el sensor fin de carrera a1, lo que permitirá la entrada a la etapa 6, cuya acción consiste en el retroceso del cilindro. A partir de este momento, dependiendo de si se han registrado 12 o menos cajas, la rama terminará la secuencia o no, respectivamente. En caso de haber menos de 12 cajas contadas, las etapas 5 y 6 se repiten hasta que se haya alcanzado el número total de cajas.

El Camino 2 también se inicia coincidiendo con el Camino 1. Cuando se registren 4 cajas y el sensor fin de serie esté activado al mismo tiempo, el cilindro de giro avanzará (etapa 3) disponiendo las cajas en posición longitudinal. Este permanecerá en máxima carrera hasta que sean contadas 8 cajas y el dicho sensor esté activado de manera simultánea. Al llegar a mínima carrera el cilindro pisa el sensor de posición, lo que marca el fin de esta rama.

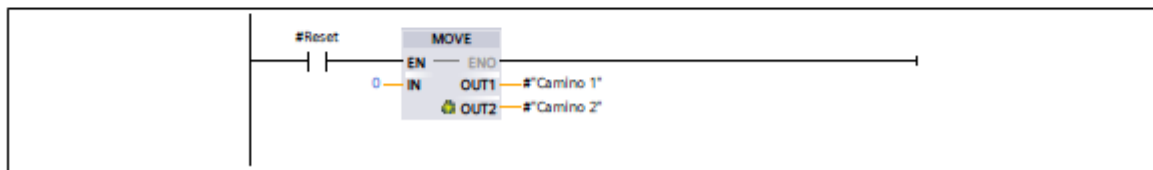
Segmento 1: Inicio Subrutina 1 y Puesta en Marcha Contador C0

Para comenzar la formación de capa, debe mantenerse activada la habilitación en el programa principal (Main). Cada vez que el sensor de cajas detecte una caja, el contador sumará 1. Al llegar a 12, dicho contador activará la salida FinC0, la cual indica que el número exacto de cajas que debe contener una capa ha pasado por el sensor. Además, si los 2 estados de secuencia, los cuales funcionan en paralelo, están a 0 y una caja pasa por el sensor, entrarán en la etapa 1.



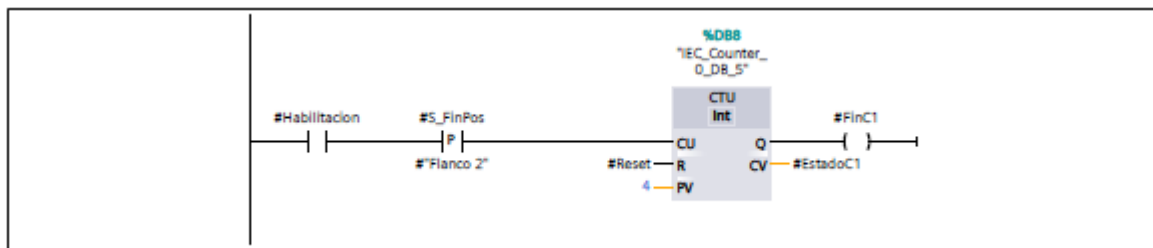
Segmento 2: Reset

Cuando el programa principal envíe la orden de Reset, los 2 estados de secuencia se reiniciarán, es decir, se pondrán a 0.



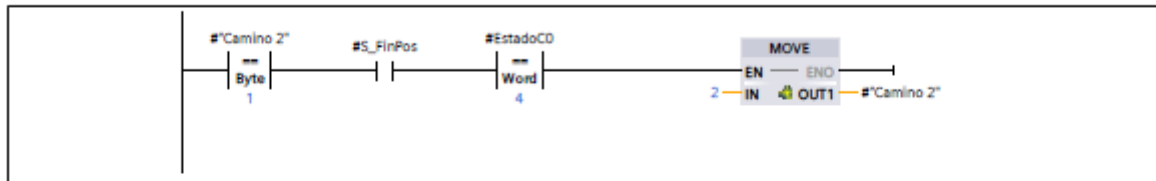
Segmento 3: Contador C1

Con la habilitación activada, cuando el sensor fin de serie detecte una serie de cajas completa, otro contador registrará el número de series terminadas. Cuando la suma sea 4, se activará la salida FinC1, la cual indica que la capa cuenta con 4 series de cajas y por lo tanto, está completa.



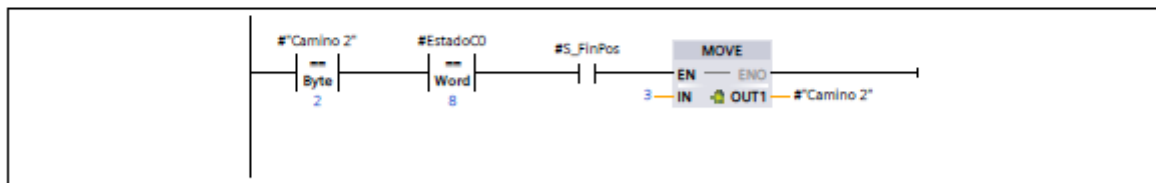
Segmento 4: Camino 2- Etapa 2

En el momento en que el sensor fin de serie esté activado y el contador de cajas haya registrado 4 de estas (en posición transversal con respecto a la dirección de avance de la cinta), Camino 2 pasará a la etapa 2. El Camino 2 englobará la secuencia de movimiento del actuador B.



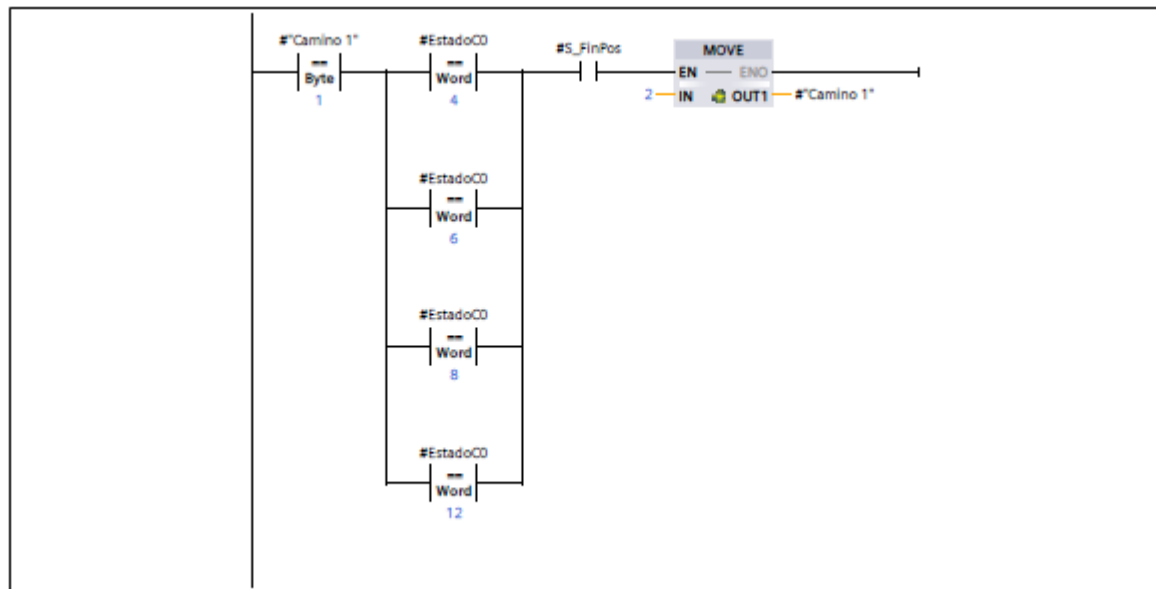
Segmento 5: Camino 2- Etapa 3

Con el contador de cajas en 8 y el sensor fin de serie activado, dará comienzo la etapa 3 del Camino 2. Entonces, el cilindro de giro B retrocederá hasta mínima carrera, ya que las 4 cajas dispuestas en posición longitudinal han sido colocadas, lo que deja paso a las últimas 4 cajas, que han de disponerse en posición transversal.



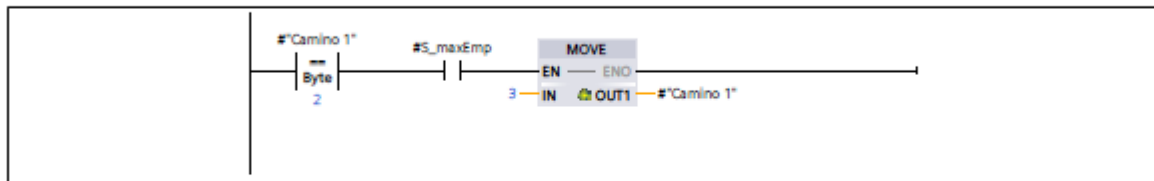
Segmento 6: Camino 1- Etapa 2

El Camino 1 alberga las órdenes de actuación del cilindro empujador A. Este segmento expresa la entrada de dicho estado de secuencia en la etapa 2, cuando el contador de cajas registre 4, 6, 8 y 12 cajas y el sensor fin de serie esté activado. Cumplidas estas condiciones, el proceso pasará en bucle 4 veces por la etapa 2, que supone el avance del actuador A.



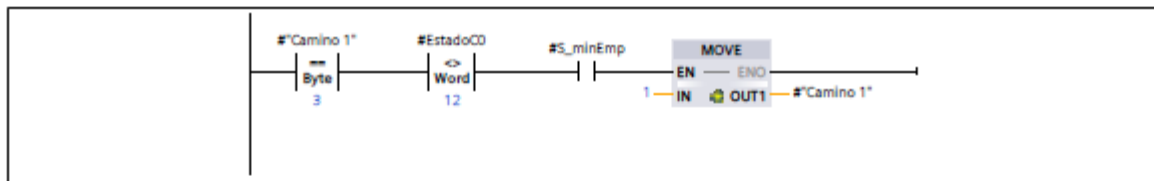
Segmento 7: Camino 1- Etapa 3

Cuando el estado de secuencia se encuentre en la etapa 2 y el sensor de máxima carrera del cilindro empujador A sea accionado, Camino 1 entrará en la etapa 3, lo que significa el retroceso del mencionado cilindro.



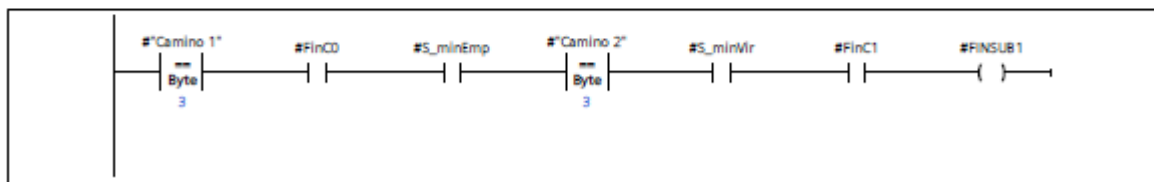
Segmento 8: Camino 1- Repetición

Cuando el avance y retroceso del cilindro A hayan tenido lugar, el contador tenga registradas menos de 12 cajas y el sensor de mínima carrera de A esté pisado, Camino 1 volverá a la etapa 1. Esta acción se repetirá hasta que la capa se haya completado.



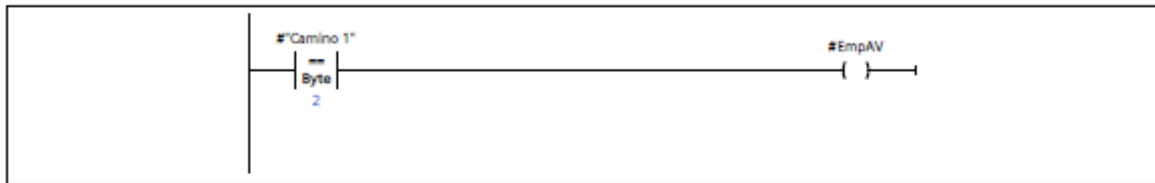
Segmento 9: Salida-Fin Subrutina

Si las 12 cajas son depositadas en la mesa de desplazamiento horizontal, se activará la salida FINSUB1. Para ello ha de cumplirse que Camino 1 y Camino 2 se encuentren en la etapa 3, que las salidas FinC0 y FinC1 estén activas, así como los sensores de mínima carrera de los actuadores A y B. La secuencia de la subrutina 1 habrá concluido entonces.

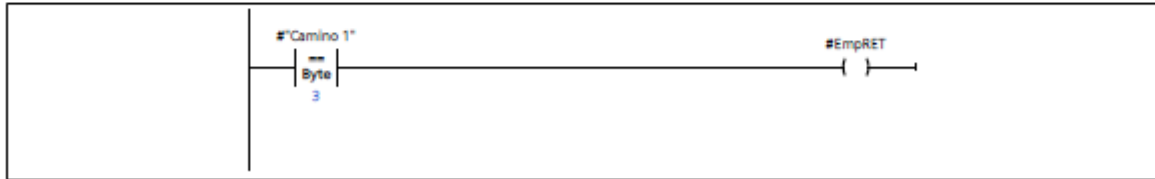


Segmento 10: Avance Empujador

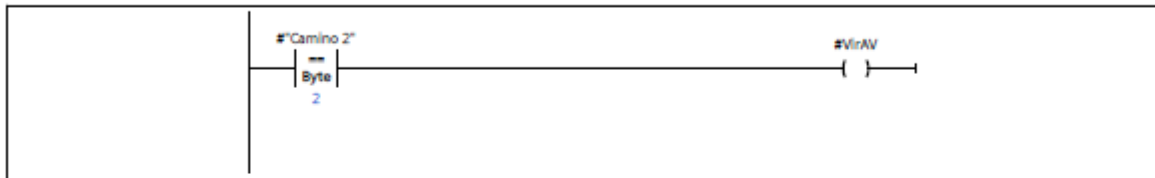
Para activar la salida que da la orden de avance del cilindro A, Camino 1 debe estar en la etapa 2.

**Segmento 11: Retroceso Empujador**

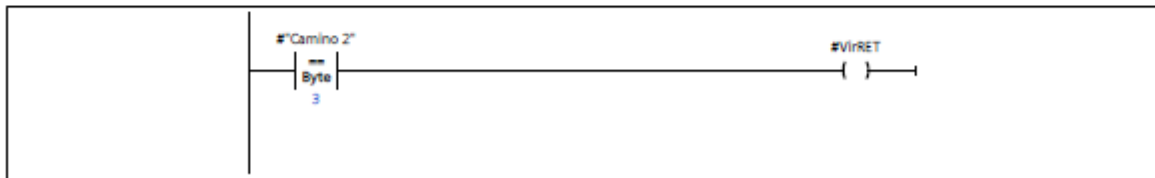
Para activar la salida que da la orden de retroceso del cilindro A, Camino 1 debe estar en la etapa 3.

**Segmento 12: Avance Virador**

Para activar la salida que da la orden de avance del cilindro B, Camino 2 debe estar en la etapa 2.

**Segmento 13: Retroceso Virador**

Para activar la salida que da la orden de retroceso del cilindro B, Camino 2 debe estar en la etapa 3.



- Subprograma 2

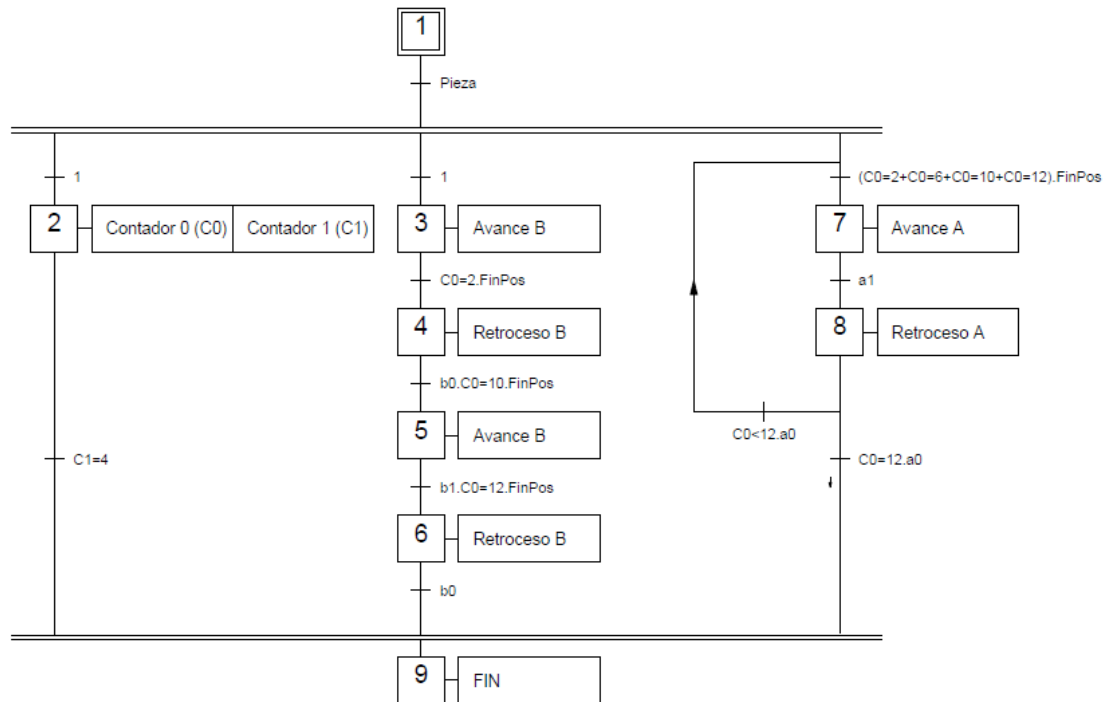


Figura 39. GRAFCET Subprograma 2

La secuencia representada en el GRAFCET se corresponde con la etapa 8 del programa principal, la cual hace referencia a la Subrutina 2.

En este caso también hay 3 ramas de secuencia, que tendrán lugar en paralelo. Análogamente a la otra subrutina, en el código la rama de la derecha se identifica con el nombre de Camino 1 y la central se denomina Camino 2. La rama de la izquierda no tendrá un nombre como tal, ya que no se almacenará en un Estado de secuencia como las dos anteriores. Se destaca que los indicadores numéricos de las etapas no se corresponden exactamente con los del programa, ya que no es posible, pues los caminos se almacenan en variables de Estado de secuencia diferentes, que hay que numerar desde 0.

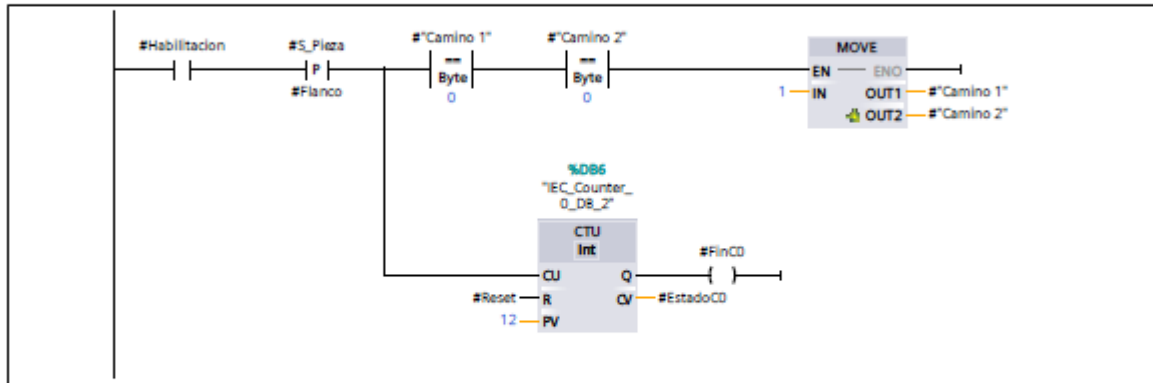
Una vez que el programa entra en la Subrutina 1, el proceso de formación de capas comenzará cuando el sensor de cajas detecte la primera caja. Entonces, en la etapa 2, el contador C0 sumará 1 cada vez que una caja pase por el sensor. El contador C1, por su parte, sumará 1 cada vez que el sensor fin de serie esté activado, es decir, cuando una de las 4 series de cajas esté completa. Cuando este llegue a 4, la rama finaliza.

El camino 1 se iniciará a continuación, siempre que se cumplan simultáneamente las condiciones siguientes: el contador C0 ha registrado 2, 6, 10 o 12 cajas y el contador de series está activado. Acto seguido, el cilindro empujador avanzará hasta llegar a máxima carrera (etapa 7), activando con ello el sensor fin de carrera a1, lo que permitirá la entrada a la etapa 8, cuya acción consiste en el retroceso del cilindro. A partir de este momento, dependiendo de si se han registrado 12 o menos cajas, la rama terminará la secuencia o no, respectivamente. En caso de haber menos de 12 cajas contadas, las etapas 7 y 8 se repiten hasta que se haya alcanzado el número total de cajas.

El Camino 2 también se inicia coincidiendo con el Camino 1. De primeras, el cilindro de giro se extenderá (etapa 3). Cuando se hayan registrado 2 cajas y el sensor fin de serie esté activado al mismo tiempo, el cilindro de giro retrocederá (etapa 4) hasta mínima carrera. Con 10 cajas contadas y el sensor fin de serie activado, el cilindro se extiende de nuevo. Cumplidas las condiciones simultáneas de que los sensores b1 y de fin de serie estén pisados y el contador C0 haya contado 12 cajas, el cilindro retrocede a su posición original (retraído) y la rama llega a su fin.

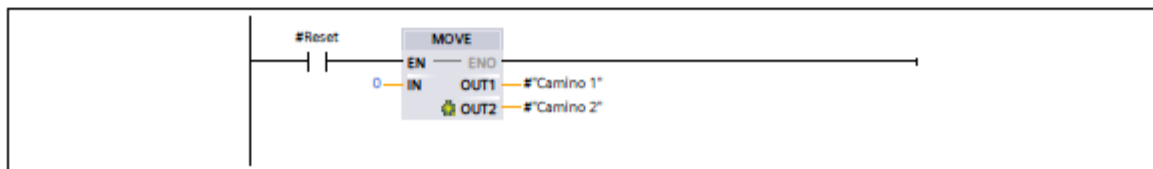
Segmento 1: Inicio Subrutina 2 y Puesta en Marcha Contador C0

Para comenzar la formación de capa, debe mantenerse activada la habilitación en el programa principal (Main). Cada vez que el sensor de cajas detecte una caja, el contador sumará 1. Al llegar a 12, dicho contador activará la salida FinC0, la cual indica que el número exacto de cajas que debe contener una capa ha pasado por el sensor. Además, si los 2 estados de secuencia, los cuales funcionan en paralelo, están a 0 y una caja pasa por el sensor, entrarán en la etapa 1.



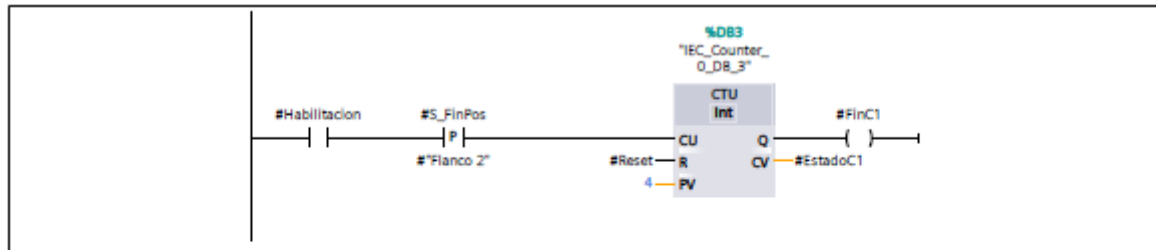
Segmento 2: Reseteo de subrutina

Cuando el programa principal envíe la orden de Reset, los 2 estados de secuencia se reiniciarán, es decir, se pondrán a 0.



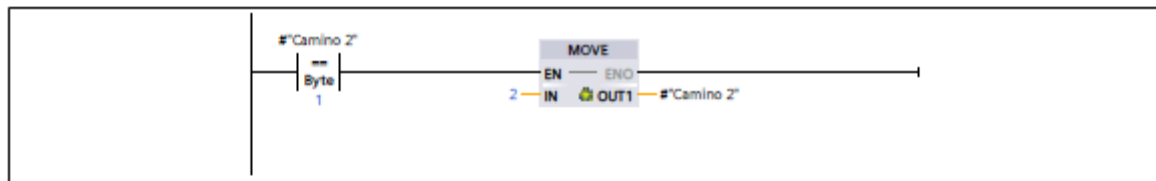
Segmento 3: Contador C1

Con la habilitación activada, cuando el sensor fin de serie detecte una serie de cajas completa, otro contador registrará el número de series terminadas. Cuando la suma sea 4, se activará la salida FinC1, la cual indica que la capa cuenta con 4 series de cajas y por lo tanto, está completa.



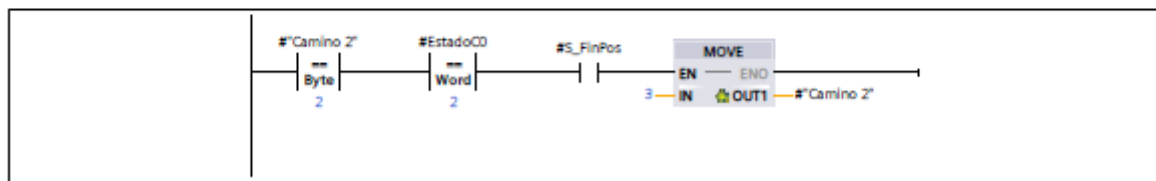
Segmento 4: Camino 2- Etapa 2

El Camino 2 englobará la secuencia de movimiento del actuador B. En este caso, cuando Camino 2 esté en etapa 1 pasará a la etapa 2 inmediatamente, lo que supone el avance del cilindro de giro B, que provocará el giro de las primeras 2 cajas, dirigiéndolas en posición longitudinal hasta el actuador A.



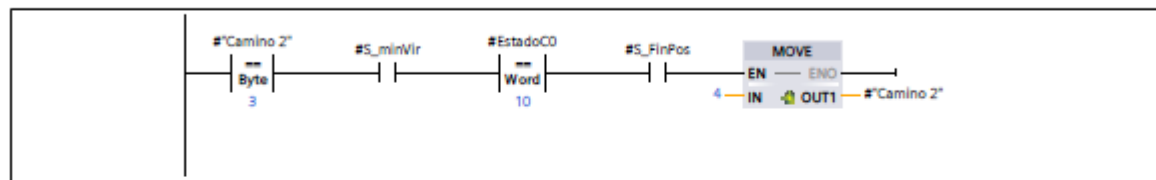
Segmento 5: Camino 2- Etapa 3

Cuando el contador registre 2 cajas y el sensor fin de serie se active, Camino 2 entrará en la etapa 3, haciendo retroceder al cilindro B.



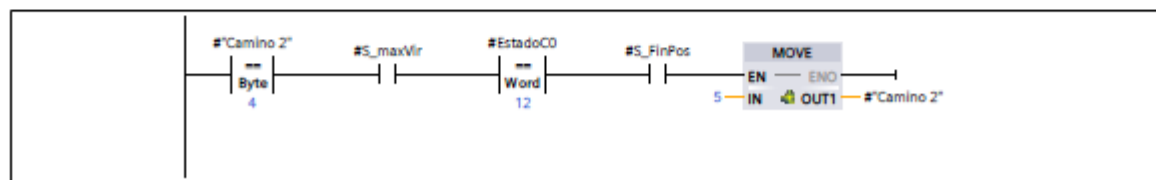
Segmento 6: Camino 2- Etapa 4

Cumplidas las condiciones simultáneas de mínima carrera del cilindro B, recuento de 10 cajas por parte del contador y activación del sensor fin de serie, Camino 2 pasa a la etapa 4, haciendo avanzar de nuevo al actuador B.



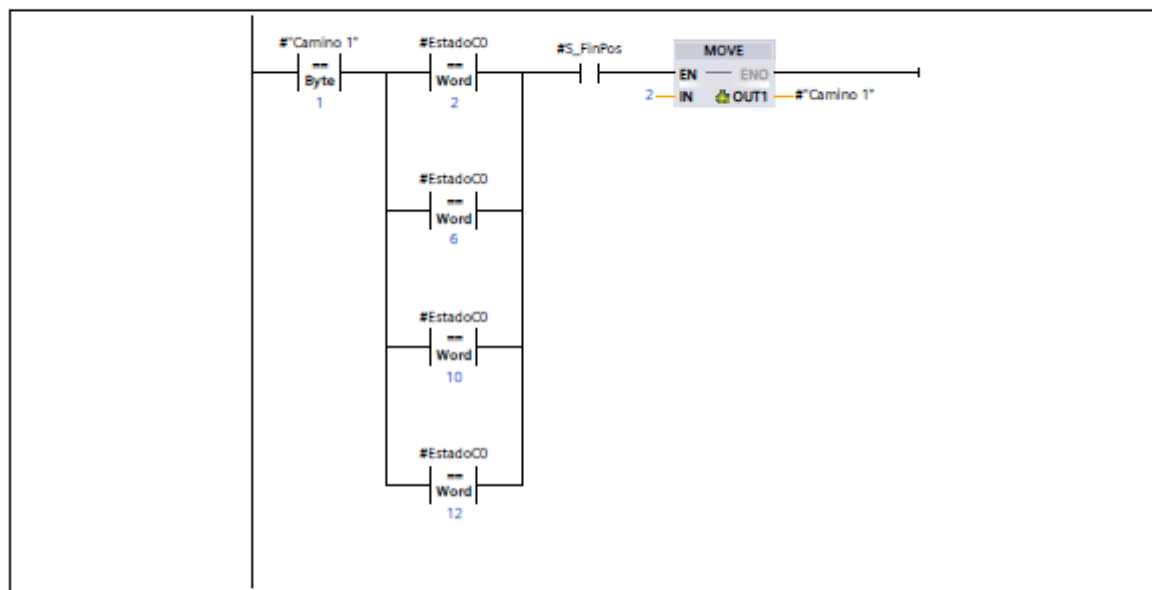
Segmento 7: Camino 2- Etapa 5

La etapa 5 significa el segundo retroceso del cilindro B. Cuando este se sitúe en máxima carrera, el contador lleve 12 cajas contabilizadas y esté activado el sensor fin de serie, la etapa 5 dará comienzo.



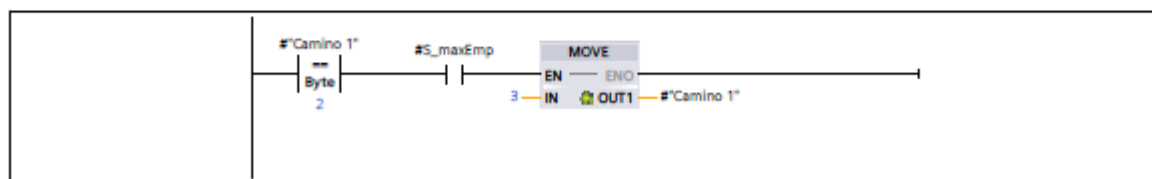
Segmento 8: Camino 1- Etapa 2

El Camino 1 alberga las órdenes de actuación del cilindro empujador A, análogamente a la subrutina 1. Este segmento expresa la entrada de dicho estado de secuencia en la etapa 2, cuando el contador de cajas registre 2, 6, 10 y 12 cajas y el sensor fin de serie esté activado. Cumplidas estas condiciones, el proceso pasará en bucle 4 veces por la etapa 2, que supone el avance del actuador A.



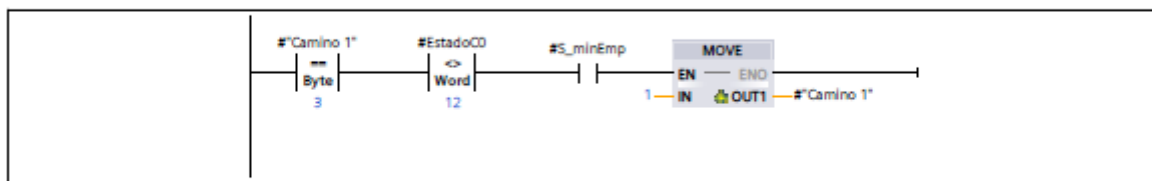
Segmento 9: Camino 1- Etapa 3

Una vez extendido el cilindro empujador A y con su sensor de máxima carrera pisado, Camino 1 entrará en la etapa 3, lo que significa el retroceso del mencionado cilindro.



Segmento 10: Camino 1- Repetición

Cuando el avance y retroceso del cilindro A hayan tenido lugar, el contador tenga registradas menos de 12 cajas y el sensor de mínima carrera de A esté pisado, Camino 1 volverá a la etapa 1. La entrada en dicha etapa se repetirá hasta que la capa se haya completado.

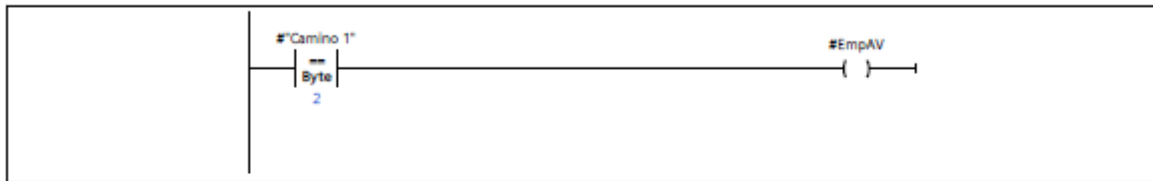


Segmento 11: Salida-Fin Subrutina

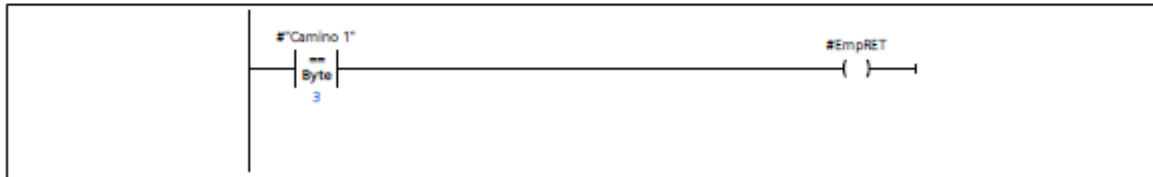
Si las 12 cajas son depositadas en la mesa de desplazamiento horizontal, se activará la salida FINSUB2. Para ello ha de cumplirse que Camino 1 y Camino 2 se encuentren en la etapa 3, que las salidas FinC0 y FinC1 estén activas, así como los sensores de mínima carrera de los actuadores A y B. La secuencia de la subrutina 2 habrá concluido entonces.

Segmento 12: Avance Empujador

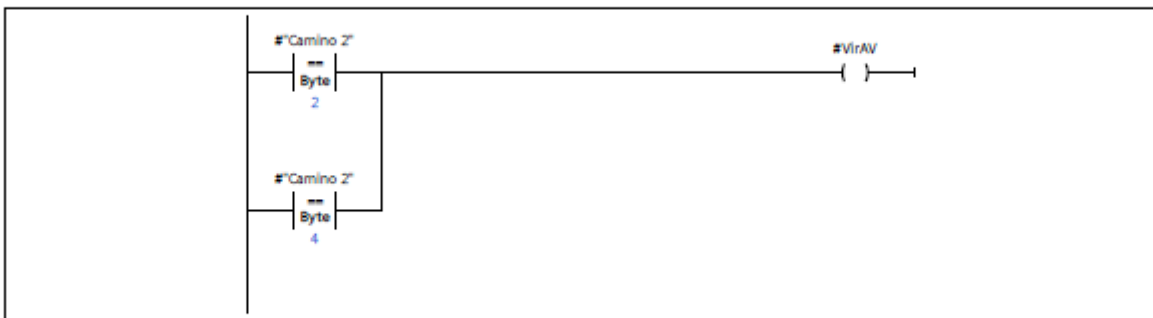
Para activar la salida que da la orden de avance del cilindro A, Camino 1 debe estar en la etapa 2.

**Segmento 13: Retroceso Empujador**

Para activar la salida que da la orden de retroceso del cilindro A, Camino 1 debe estar en la etapa 3.

**Segmento 14: Avance Virador**

Para activar la salida que da la orden de avance del cilindro B, Camino 2 debe estar en la etapa 2 o 4, ya que la extensión se llevará a cabo 2 veces.

**Segmento 15: Retroceso Virador**

Para activar la salida que da la orden de retroceso del cilindro B, Camino 2 debe estar en la etapa 3 o 5, ya que el retroceso también se realizará 2 veces.



- Subprograma de temporización: solo en este caso se ha empleado el lenguaje estructurado SCL en lugar de KOP, debido a que simplifica la programación de este bloque en concreto.

```

0001 IF #HABILITACION THEN
0002     IF #TIEMPO_ENTRADA THEN
0003         #SEGUNDOS := #SEGUNDOS + 1;
0004         IF #SEGUNDOS >= 60 THEN
0005             #MINUTOS := #MINUTOS + 1;
0006             #SEGUNDOS := 0;
0007
0008         END_IF;
0009     END_IF;
0010 END_IF;
0011 IF #RESET THEN
0012     #MINUTOS := 0;
0013     #SEGUNDOS := 0;
0014 END_IF;

```

2.11.3. INTERFAZ TIA PORTAL

2.11.3.1. CONFIGURACIÓN TIA PORTAL

En este apartado se detallará toda la configuración del software empleado para el desarrollo del programa de control e implementación del mismo en el autómatas Siemens S7-1200. Se explica, por tanto, el procedimiento a seguir para llevar a cabo la automatización.

Principalmente se trabaja con STEP 7, que es el módulo de la plataforma TIA Portal más utilizado y que permite programar el PLC. La versión utilizada es la v.14 concretamente.

La plataforma TIA Portal es muy amplia, por lo que existen numerosas posibilidades de configuración y programación de PLC's, aunque aquí se describen únicamente las funciones esenciales para poder crear el sistema de control de la máquina.

Para comenzar, cuando se abre el programa se observa la denominada vista del portal, como se ve en la figura inferior.

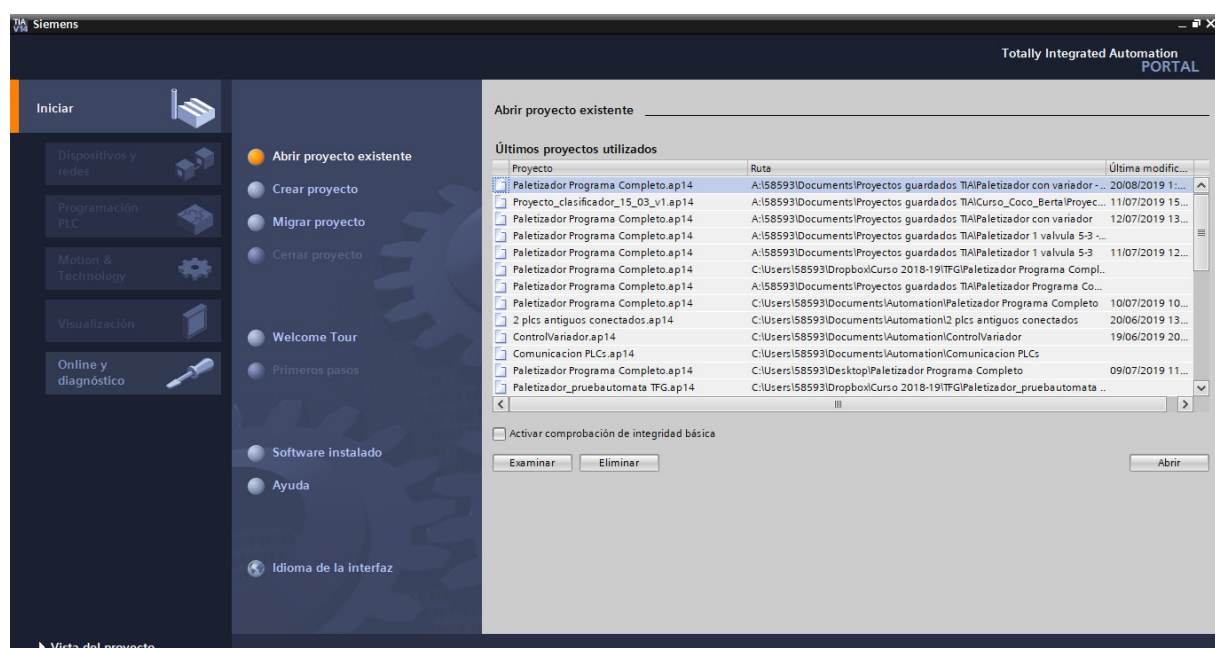


Figura 40. Ventana inicial de TIA Portal. Vista del portal

En la ventana superior se muestra la Vista del portal, desde donde se crea un nuevo proyecto, se abre uno previamente guardado, se accede a información del software instalado, cambio de idioma y ajustes de conexión online. Además, en el borde inferior izquierdo de la imagen hay una pestaña llamada Vista del proyecto, que será la que se emplee en todo momento, una vez creado el proyecto, para trabajar, ya que en ella se tienen todas las funciones necesarias para desarrollar el programa.

A continuación, se ve la Vista del proyecto desde la cual se trabaja.

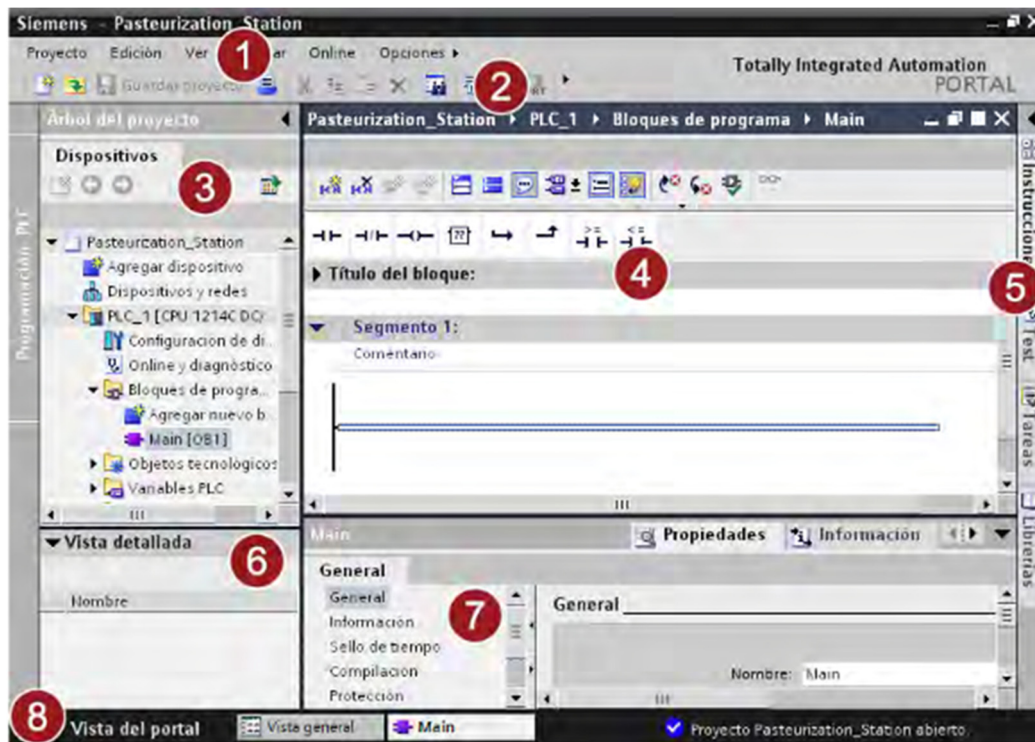


Figura 41. Vista del proyecto

- ① **Barra de menús:**
En la barra de menús se encuentran todos los comandos necesarios para trabajar con el software.
- ② **Barra de herramientas:**
La barra de herramientas contiene botones que ofrecen acceso directo a los comandos más frecuentes. De esta manera es posible acceder más rápidamente a los comandos que desde los menús.
- ③ **Árbol del proyecto:**
A través del árbol del proyecto es posible acceder a todos los componentes y datos del proyecto. En el árbol del proyecto pueden realizarse p. ej. las siguientes acciones:
 - Agregar componentes
 - Editar componentes existentes
 - Consultar y modificar las propiedades de los componentes existentes
- ④ **Área de trabajo:**
En el área de trabajo se visualizan los objetos que se abren para editarlos.
- ⑤ **Task Cards:**
Las Task Cards están disponibles en función del objeto editado o seleccionado. Las Task Cards disponibles se encuentran en una barra en el borde derecho de la pantalla. Se pueden expandir y contraer en todo momento.
- ⑥ **Vista detallada:**
En la vista detallada se visualizan determinados contenidos del objeto seleccionado. Los contenidos posibles son p. ej. listas de textos o variables.
- ⑦ **Ventana de inspección:**
En la ventana de inspección se visualiza información adicional sobre el objeto seleccionado o sobre las acciones realizadas.
- ⑧ **Cambiar a la vista del portal:**
El enlace "Vista del portal" permite cambiar a la vista del portal.

Figura 42. Leyenda descriptiva de Vista del proyecto

Conocida ya la interfaz de TIA Portal, el siguiente paso es agregar los dispositivos necesarios, es decir, los 2 autómatas que han de comunicarse entre sí y la pantalla KTP700. Por consiguiente, en agregar dispositivo, se escoge en primer lugar el autómata que va a ser utilizado.

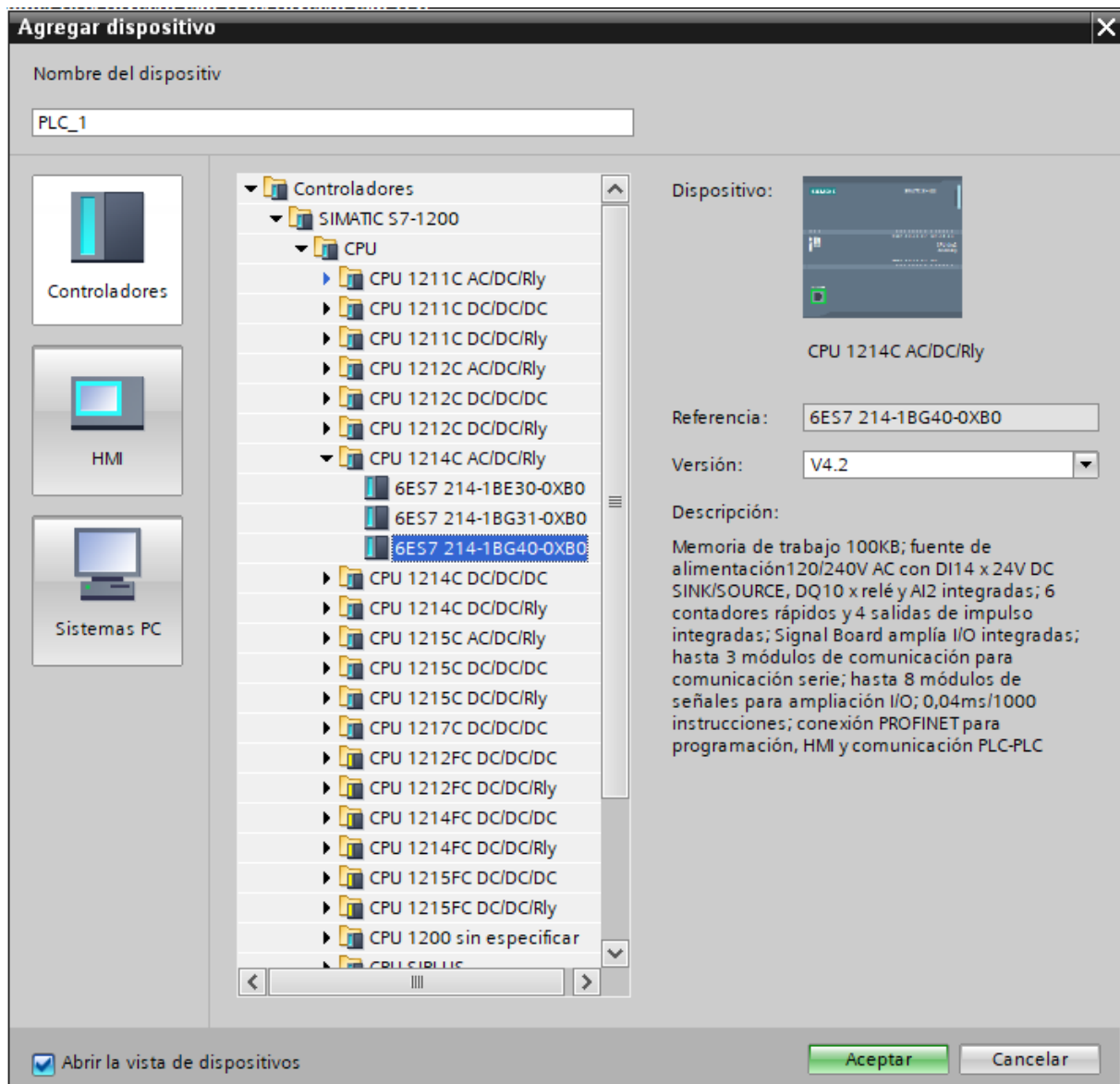


Figura 43. Ventana de selección de controladores lógicos.

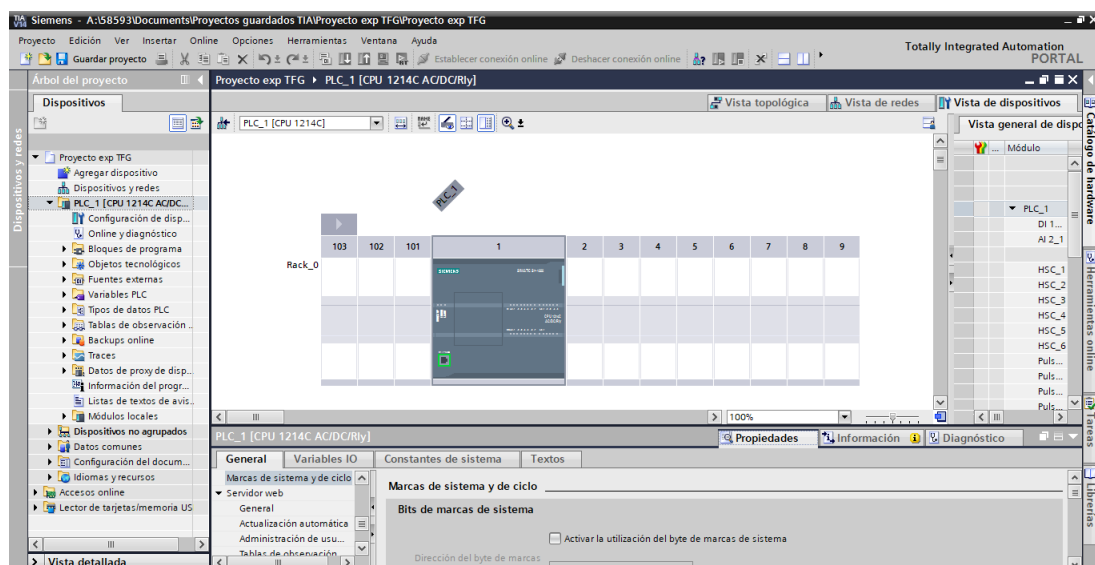


Figura 44. Vista de dispositivos

Llegados a este punto, en la vista del dispositivo se abre la pestaña propiedades, donde se podrán activar las marcas de sistema y de ciclo, así como cambiar la dirección IP asignada al autómat. En este caso se modificará dicha dirección, pues la IP del PLC en el software debe ser la misma que la que tenga asignada el PLC real. Entonces, se accede a Interfaz PROFINET, donde se encontrarán las Direcciones Ethernet.

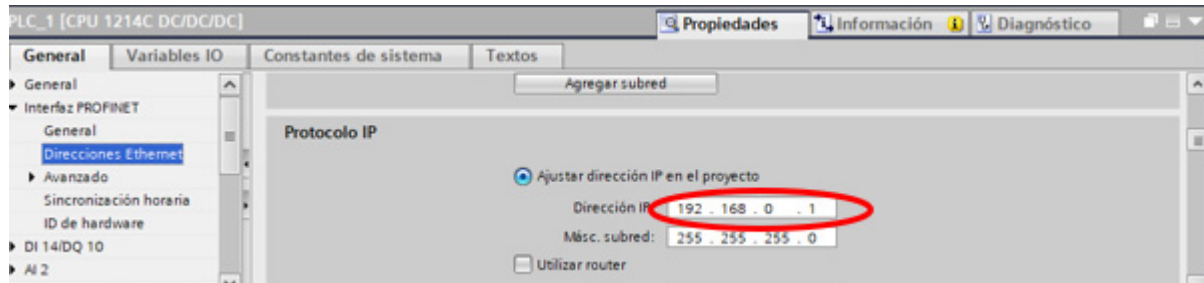


Figura 45. Propiedades del PLC. Ajustes de dirección IP

Ahora, para agregar el segundo PLC, se sigue el mismo procedimiento, aunque con la salvedad de que contendrá una IP distinta.

El tercer y último dispositivo a añadir será la pantalla HMI KTP700. De manera similar a como se agregó el PLC, se va a agregar dispositivo y se selecciona la pantalla correcta (ver figura 46).

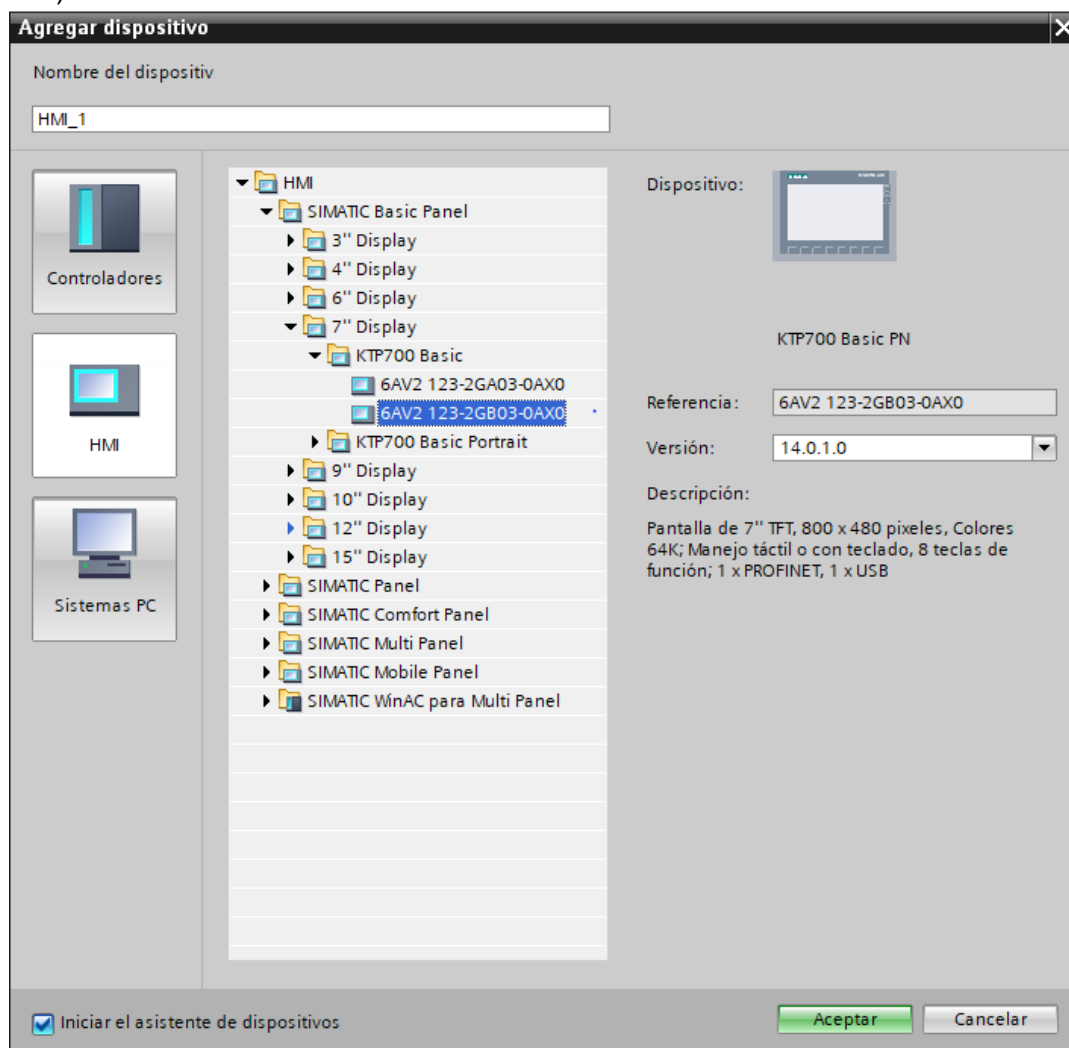


Figura 46. Ventana de selección de pantallas HMI

Con los dispositivos agregados al proyecto, se establece la conexión entre ellos, que será por cable Ethernet físicamente, con el objetivo de hacer posible la comunicación del ordenador con los autómatas y la pantalla HMI, así como la comunicación entre autómatas y pantalla. En la ventana de Dispositivos y redes, se pueden conectar los dispositivos agregados, además de visualizar las direcciones IP de cada uno de ellos, como se observa en la figura 47.

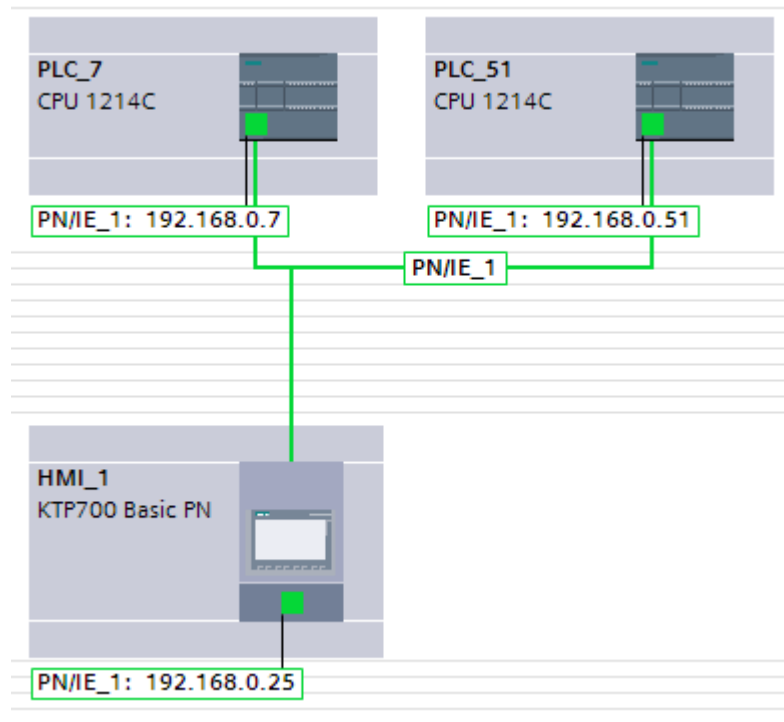


Figura 47. Ventana de Dispositivos y redes

Los elementos que se ven en la imagen superior y sus direcciones son los utilizados en el programa de control que ha permitido poner en funcionamiento el prototipo de laboratorio.

Posteriormente, es conveniente declarar las variables que van a ser utilizadas en la programación del PLC, tanto las del programa principal como las de los distintos subprogramas, las cuales han sido descritas anteriormente. De esa forma se localizan fácilmente las variables, mejorando también la organización y evitando posibles errores en la programación.

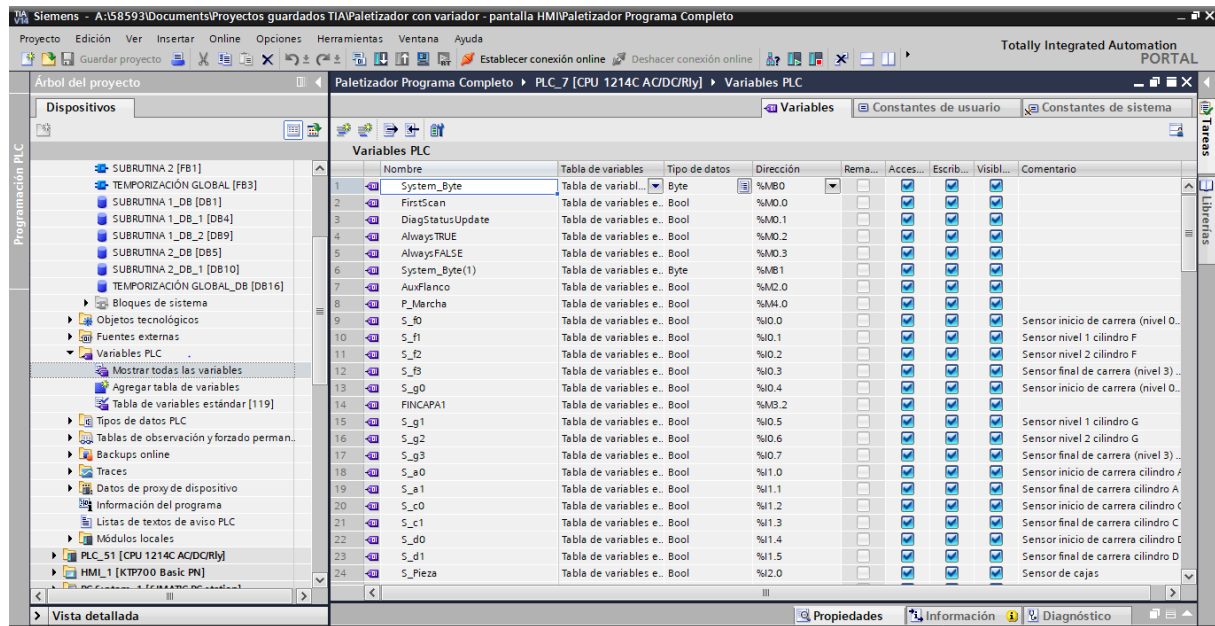


Figura 48. Ventana de variables del PLC. Programa principal

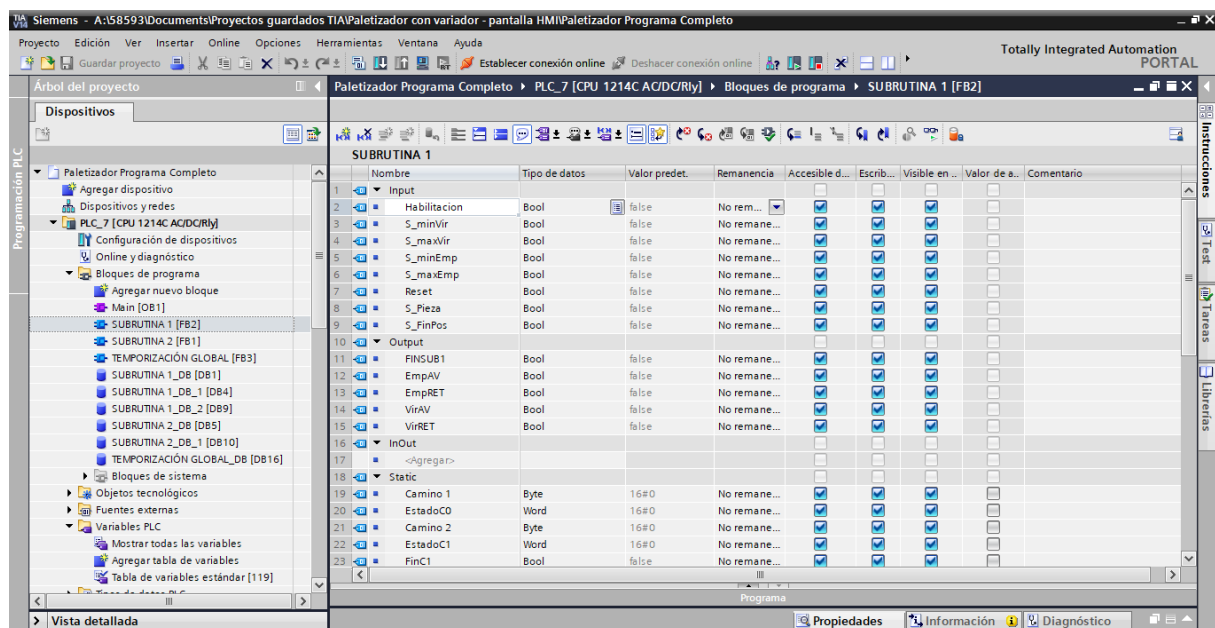


Figura 49. Ventana de variables de los subprogramas

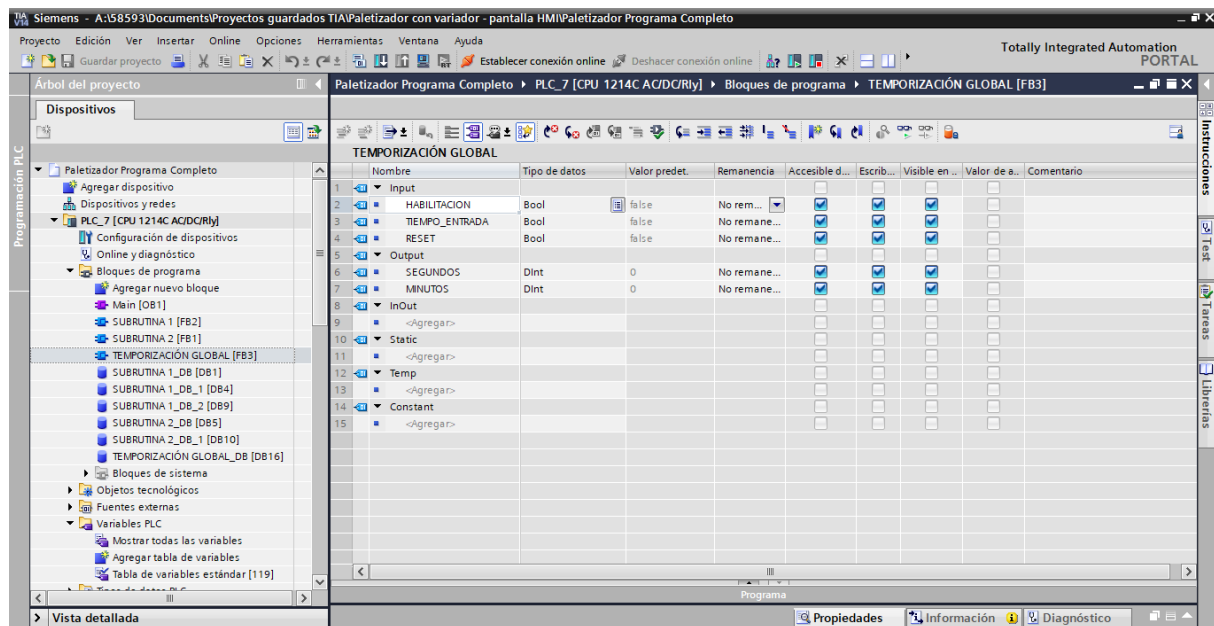


Figura 50. Ventana de variables del subprograma de temporización

Después de las variables se presentan los diferentes bloques de programa, que se han creado y desarrollado usando como base los GRAFCET's previamente diseñados, para la programación y estructuración de cada uno de los bloques.

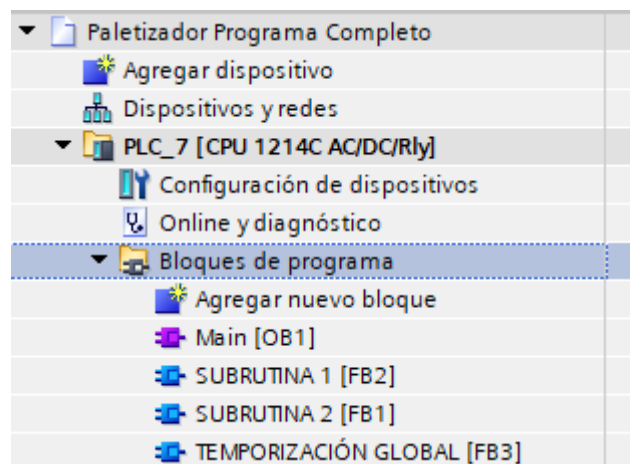


Figura 51. Bloques de programa

A continuación, se dan unas aclaraciones básicas acerca del lenguaje de programación empleado en el diseño del programa de control.

Las secuencias del proceso planteadas en los GRAFCET son llevados a la programación con lenguaje de contactos, denominado KOP. Como se puede observar, en el código existen contactos normalmente abiertos, normalmente cerrados, comparadores, instrucciones de asignación, etc. Aquí mismo serán descritas las instrucciones más importantes:

- **Contacto normalmente abierto.** La activación de un contacto normalmente abierto depende del estado lógico del operando correspondiente. Si el estado lógico del operando es "1", se cierra el contacto normalmente abierto y el estado lógico de la entrada se transfiere a la salida. Si el estado lógico del operando es "0", el contacto normalmente abierto no se activa y el estado lógico de la salida de la instrucción se pone a "0".

- **Contacto normalmente cerrado.** La activación de un contacto normalmente cerrado depende del estado lógico del operando correspondiente. Si el estado lógico del operando es "1", se abre el contacto normalmente cerrado y el estado lógico de la salida de la instrucción se pone a "0". Si el estado lógico del operando es "0", no se activa el contacto normalmente cerrado y el estado lógico de la entrada se transfiere a la salida.
- **Asignación.** La instrucción "Asignación" permite activar el bit de un operando indicado. Si el resultado lógico (RLO) en la entrada de la bobina es "1", el operando indicado adopta el estado lógico "1". Si el estado lógico de la entrada de la bobina es "0", el bit del operando indicado se pone a "0". En este caso servirá para activar las salidas del programa.
- **Reset BF.** Esta instrucción, también llamada "Desactivar mapa de bits" desactiva varios bits a partir de una dirección específica. El número de bits que se deben desactivar se determina introduciendo el valor debajo del símbolo. Encima del símbolo se introducirá la dirección del primer bit que debe desactivarse. Los bits permanecen desactivados hasta que son activados explícitamente por otra instrucción. Se ejecuta solo si el resultado lógico (RLO) de la entrada de la bobina es "1". Si en la entrada de la bobina hay un RLO de "0", la instrucción no se ejecuta.
- **Flanco.** Consultar flanco de señal ascendente de un operando permite detectar si el estado lógico de un operando indicado ha cambiado de "0" a "1". La operación compara el estado lógico actual con el estado lógico de la consulta anterior, almacenado en una marca. Esto nos permite conocer el número de veces que se produjo un cambio de estado en un determinado operando.
- **MOVE.** La operación permite transferir el contenido del operando de la entrada IN al operando de la salida OUT1. Se puede asignar a diferentes variables al mismo tiempo con una sola instrucción. La transferencia se efectúa siempre por orden ascendente de direcciones. La operación se ejecuta sólo si el estado lógico de la entrada de habilitación EN es "1". En este caso, la salida ENO también devuelve el estado lógico "1".
- **Contador ascendente.** La instrucción "CTU" incrementa el valor en la salida CV. Cuando el estado lógico de la entrada CU cambia de "0" a "1" (flanco de señal ascendente), se ejecuta la instrucción y el valor actual de conteo de la salida CV se incrementa en uno. El valor de conteo se incrementa cada vez que se detecta un flanco de señal ascendente, hasta alcanzar el valor límite superior del tipo de datos indicado en la salida CV. El estado lógico de la salida Q es determinado por el parámetro PV. Si el valor de conteo actual es mayor o igual que el valor del parámetro PV, la salida Q adopta el estado lógico "1". En todos los demás casos, el estado lógico de la salida Q es "0". El valor de la salida CV se pone a cero cuando el estado lógico de la entrada R cambia a "1". Mientras la entrada R tenga el estado lógico "1", el estado lógico de la entrada CU no tendrá efecto alguno en la instrucción.
- **Comparadores.** La instrucción "Igual" permite consultar si son iguales el primer y segundo valor de comparación. Si se cumple la condición de la comparación, la instrucción devuelve el resultado lógico (RLO) "1". Si la condición de la comparación no se cumple, la instrucción devuelve el RLO "0".

La instrucción "Diferente" permite consultar si son diferentes el primer y segundo valor de comparación. Si se cumple la condición de la comparación, la instrucción devuelve el resultado lógico (RLO) "1". Si la condición de la comparación no se cumple, la instrucción devuelve el RLO "0".

El uso de la instrucción MOVE es primordial en el presente programa, pues permite almacenar y modificar los estados de la máquina y del proceso. Si bien es cierto que no es el método general de todos los programadores de autómatas, presenta ventajas con respecto a los modos de programación tradicionales. Estos se basaban en el empleo de las instrucciones Set y Reset para activar y desactivar marcas. En cambio, esta filosofía de programación, que

ha sido transmitida y recomendada por el Dr. Ing. Javier Bouza Fernández, busca la eficacia a la hora de implementar programas en sistemas más complejos y la mejor estructuración del código, para hacer más simple la búsqueda de errores en los programas, gracias al modo de observación que el software TIA Portal incluye.

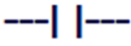
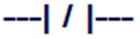
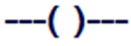

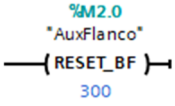
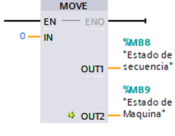
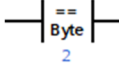

Símbolo	Instrucción
	Contacto normalmente abierto
	Contacto normalmente cerrado
	Asignación
	Flanco
	Reset BF
	MOVE
	Comparador igual
	Comparador diferente

Tabla 10. Principales instrucciones empleadas en el programa de control

2.11.3.2. CONFIGURACIÓN PANTALLA KTP700

El empleo de un panel de control como este posee muchas ventajas, ya que posibilita el control total de la máquina por parte del operador desde la misma pantalla, permite conocer en tiempo real el estado del proceso y de la máquina, el tiempo de operación y un sinnúmero de funciones más que el diseñador puede incluir según la complejidad del sistema automatizado.

Utilizando el módulo WinCC de la plataforma TIA Portal, se crearán varias imágenes, cada una con su respectiva función, que serán implementadas en el panel y que están a disposición del operador para observar y controlar el proceso, constituyendo la denominada interfaz hombre-máquina. La base de todas las imágenes es una plantilla, que contiene información y comandos que deben aparecer en todas ellas, es decir, se trata de funciones comunes.

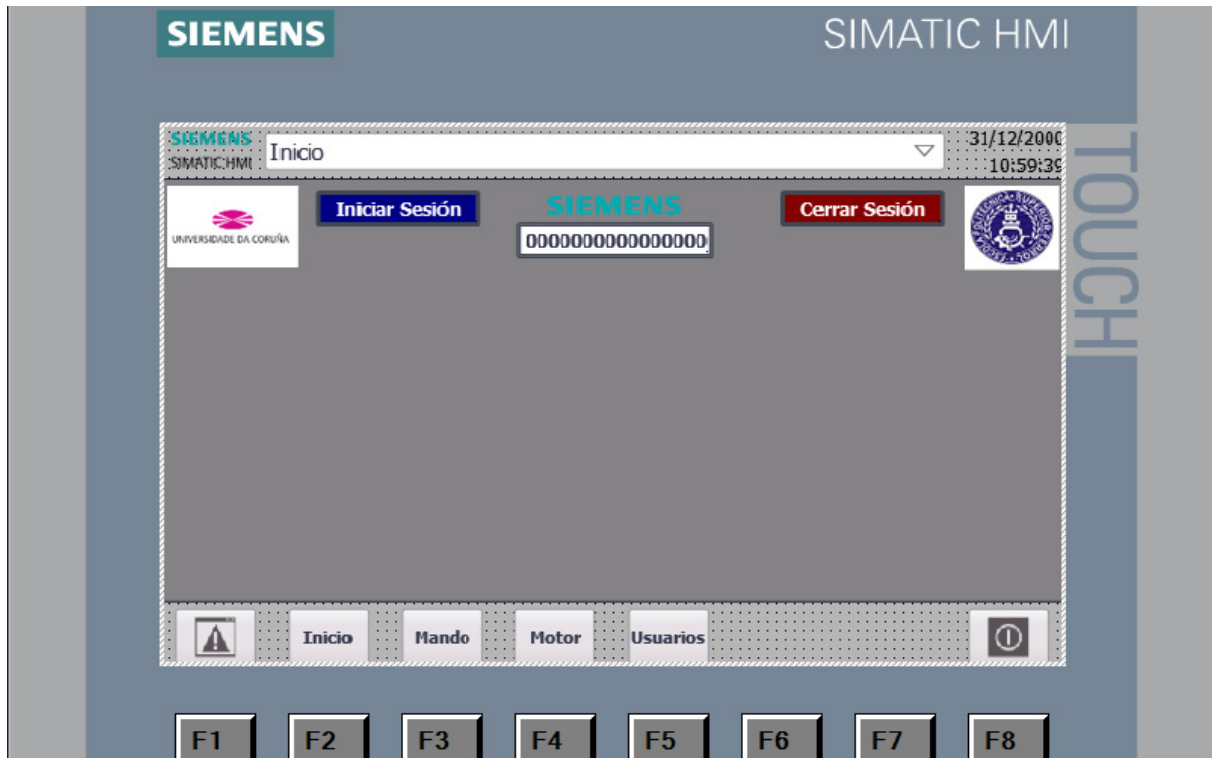


Figura 52. Plantilla de la pantalla HMI

A continuación, se crean las demás imágenes utilizando de fondo la mencionada plantilla. Como indican las pestañas en la parte inferior de la figura 52, existen en este caso 4 imágenes y en la figura 53, se presenta la estructura de estas imágenes en el árbol del proyecto.

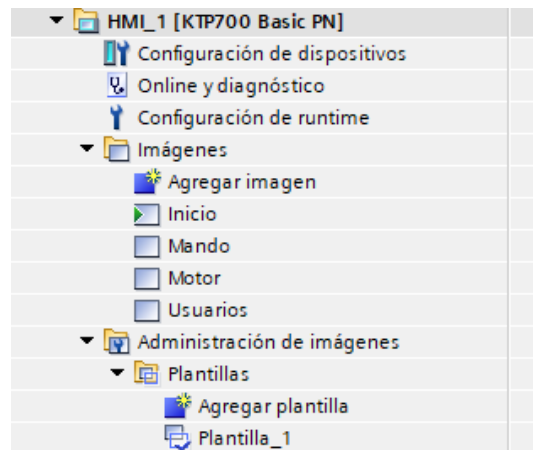


Figura 53. Estructuración de imágenes

La imagen “Inicio” contiene únicamente instrucciones básicas para el operador, indicando como navegar por las distintas pantallas. El diseño que presenta es el siguiente:



Figura 54. Distribución de la imagen Inicio

“Mando” es la imagen más relevante, pues en ella se concentran todas las funciones de control global de la máquina. En condiciones normales de operación, el trabajador permanecerá en esta pantalla para poder controlar y supervisar el funcionamiento del proceso.



Figura 55. Distribución de la imagen Mando

En lo referente a la imagen “Motor”, ésta permite ajustar la velocidad de la cinta transportadora y escoger entre modo automático o manual. El modo manual se destina a labores de mantenimiento y reparación de averías, accionando la cinta a velocidad reducida en sentido contrario al avance normal de la cinta. Es la que se ve en la figura 56.

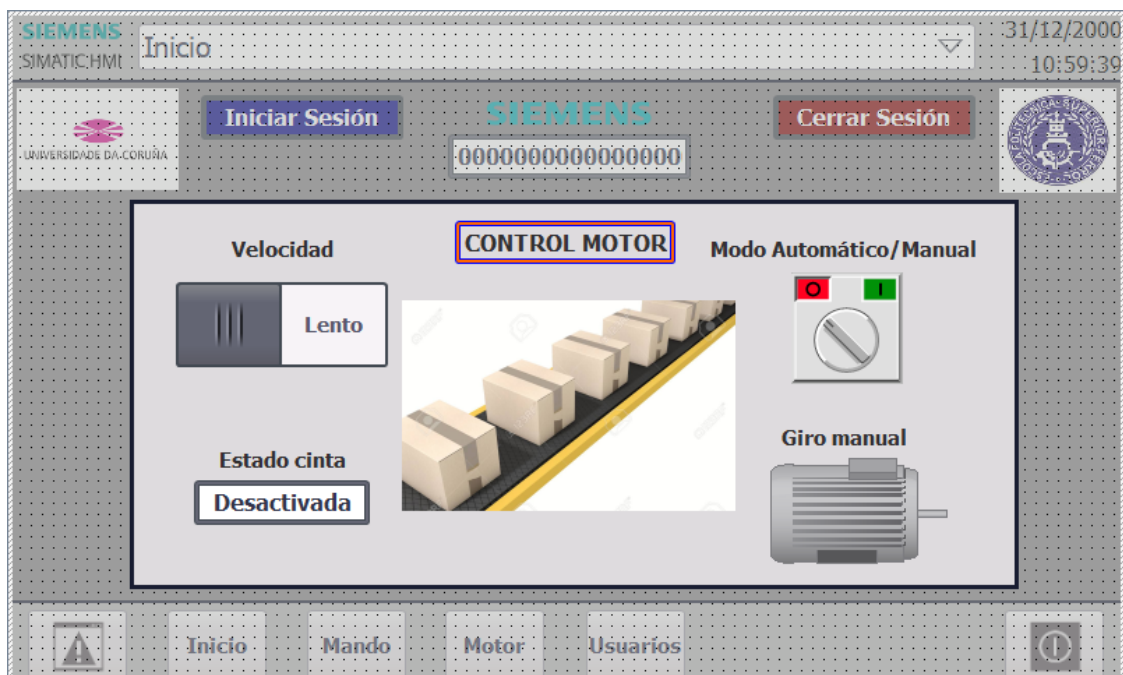


Figura 56. Distribución de la imagen Motor

Por último, está la imagen “Usuarios”, la cual tiene como objetivo la visualización de los usuarios que pueden acceder al panel, y la administración de los mismos, esto último sólo en el caso de que sea un administrador el que maneje la pantalla. En la figura 57 se observa dicha imagen.



Figura 57. Distribución de la imagen Usuarios

2.12. PROTOTIPO DE LABORATORIO

Se ha decidido llevar a la práctica el diseño propuesto, elaborando un prototipo del modelo real de la máquina en el Laboratorio multidisciplinar de Hidráulica y Neumática y Sistemas Eléctricos y Electrónicos del Buque de la Escuela Politécnica Superior (Ferrol). Con él se consigue simular el comportamiento real de la máquina, de manera que hace posible comprobar tanto si el programa de control se ha desarrollado correctamente, como si los elementos de actuación y de control son los adecuados. En definitiva, el montaje físico y la simulación en laboratorio han servido para probar y optimizar el sistema diseñado, con el objetivo primordial de desarrollar, finalmente, un sistema automatizado lo más simple y eficiente posible. Los resultados han sido satisfactorios.

A continuación, se presenta la descripción del prototipo con la ayuda de varias imágenes que mostrarán el material empleado. Por supuesto, buscando la adaptación a los recursos disponibles en el laboratorio, los elementos utilizados no son los mismos que los que se han seleccionado para la instalación real. No obstante, todos los componentes son similares a los reales y cumplen perfectamente como para realizar una simulación fiable.

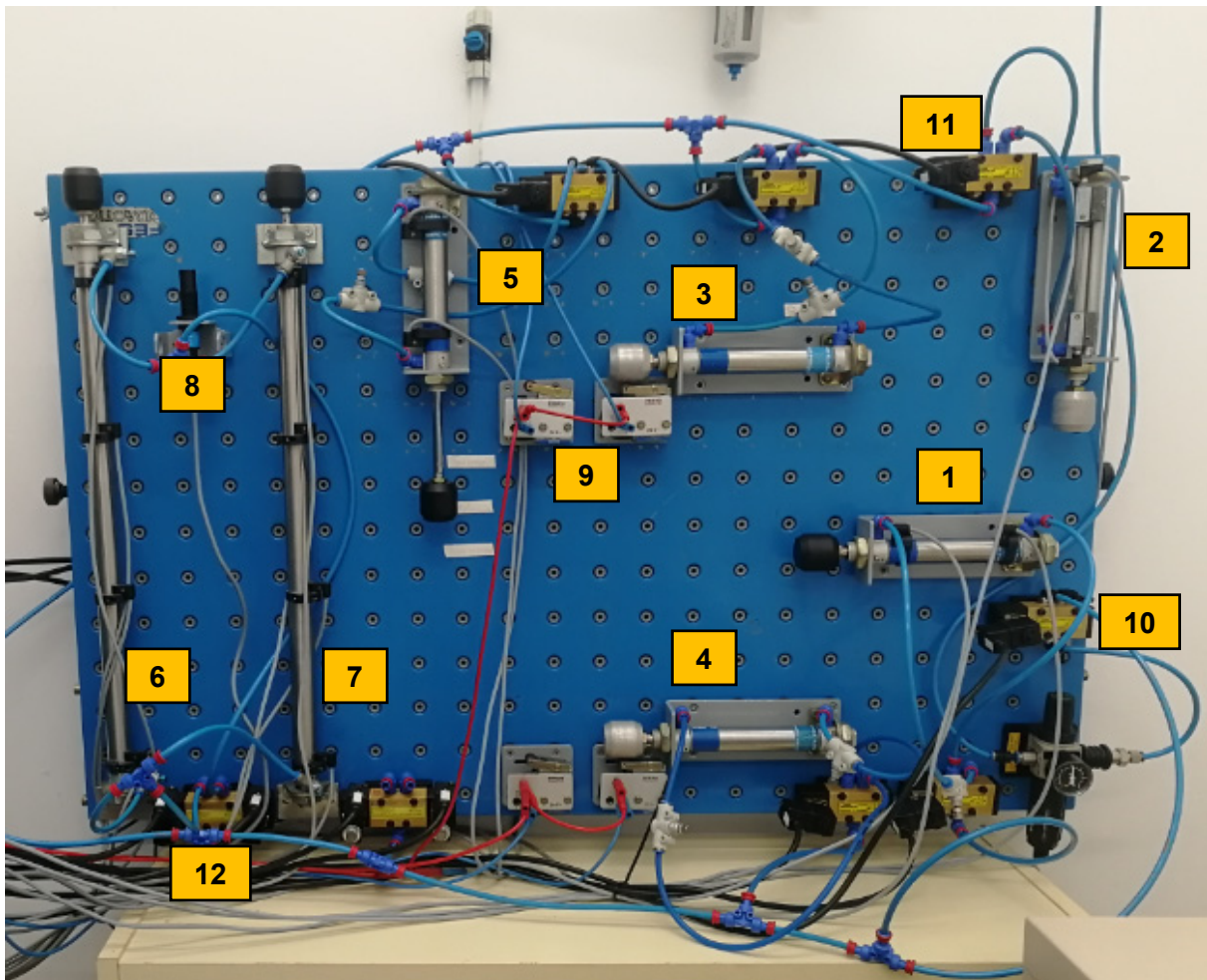


Figura 58. Montaje general del prototipo neumático

Leyenda:

1. Cilindro empujador (A)
2. Cilindro de giro (B)
3. Cilindro desplazador (C)
4. Cilindro desplazador (D)
5. Cilindro de tope (Trinquete)
6. Cilindro elevador (F)
7. Cilindro elevador (G)
8. Sensor de presencia
9. Sensores de mínima y máxima carrera
10. Electroválvula 3/2 monoestable
11. Electroválvula 5/2 monoestable
12. Electroválvula 5/3 con posición central cerrada

La instalación neumática trabaja a una presión de 6 bar, coincidiendo con las condiciones del modelo real.

Como se puede observar, todos los actuadores son cilindros de doble efecto, que tienen un tamaño y carrera diferentes a los reales. El actuador 5 que simula al trinquete es también un cilindro de doble efecto, sustituyendo al actuador giratorio elegido. En cuanto a los cilindros elevadores 6 y 7, son 2 actuadores idénticos, con una carrera más larga que los demás y con sensores de posición integrados, que representan la elevación del pallet.

2.12.1. PLC

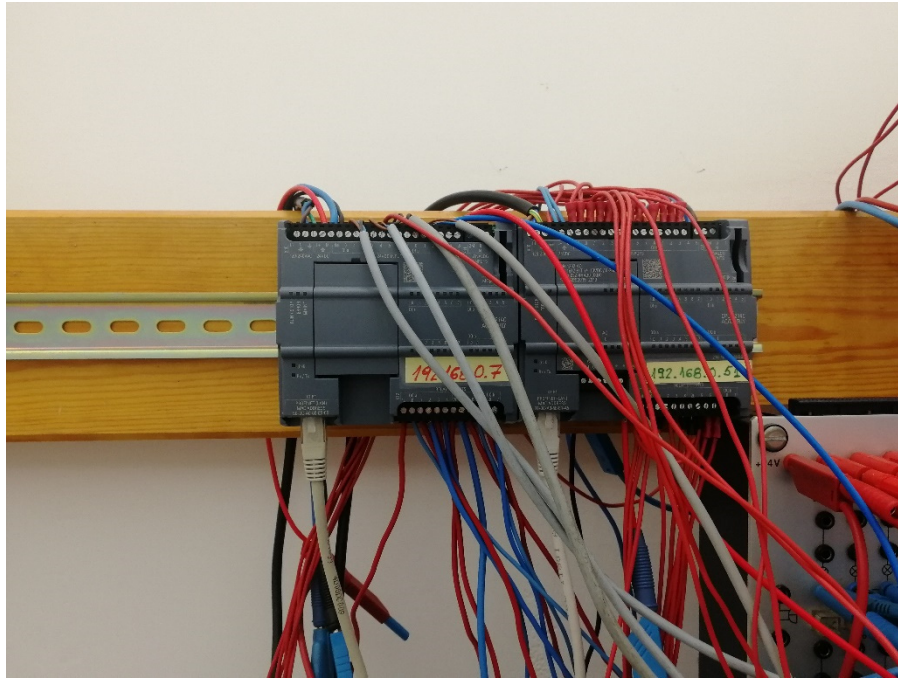


Figura 59. Autómatas Siemens S7-1200 cableados

La imagen anterior recoge el cableado de los 2 PLC's empleados que, como se ha mencionado, trabajarán comunicados uno con otro. El autómata del lado izquierdo es el principal, en el cual se cargan todos los programas de control y se conectan la mayoría de los elementos de control (sensores y válvulas). El del lado derecho solamente se emplea como módulo de expansión del anterior. En él se implementa un sencillo algoritmo de programación para establecer la comunicación entre ambos y físicamente contiene las conexiones de los elementos que las entradas y salidas digitales del autómata principal no pueden abarcar.

Los controladores S7-1200 tienen un máximo de 14 entradas digitales y 10 salidas digitales. En total son necesarias 21 entradas y 13 salidas, por lo que el autómata principal tiene ocupadas 14 entradas y el esclavo 7. En cuanto a las salidas, el primero ocupa 10 y el segundo, los 3 restantes. Se recuerda que el modelo de controlador utilizado en el prototipo si se corresponde con el real.

A partir de aquí se adjuntarán imágenes de todos los demás elementos utilizados en la simulación: actuadores neumáticos, electroválvulas, sensores, motor, variador, etc.

2.12.2. ACTUADORES NEUMÁTICOS

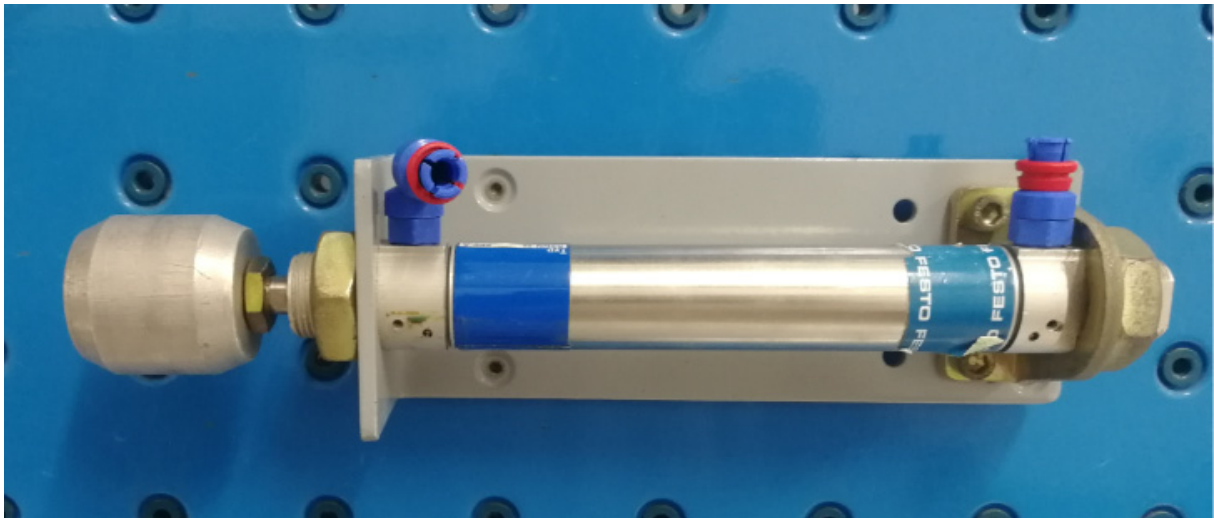


Figura 60. Cilindro de doble efecto Festo

El cilindro anterior es el que sustituye a los actuadores neumáticos A, B, C, D y E reales. Este modelo es suficientemente representativo para simular el comportamiento de la mayoría de los actuadores reales porque, a excepción del trinquete, todos tienen una morfología similar.

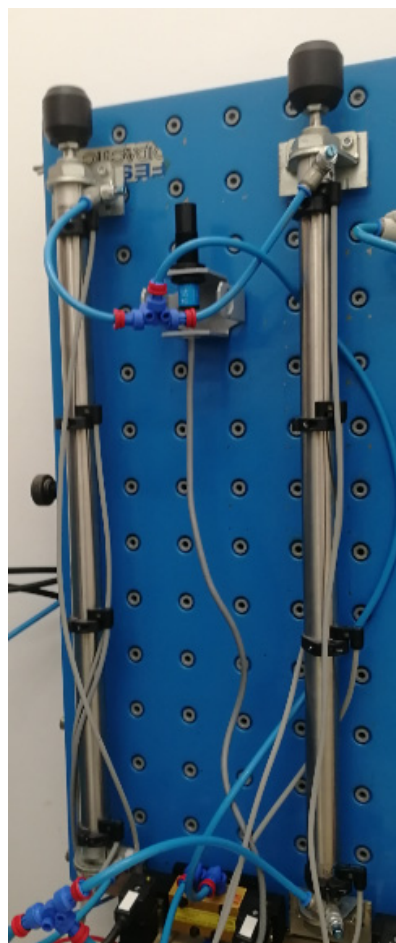


Figura 61. Cilindros de doble efecto de carrera larga Festo

La figura 61 recoge la pareja de cilindros elevadores (F y G). Estos tienen acoplados en la camisa 4 sensores de posición cada uno, que servirán para controlar las distintas alturas

que alcanzaría el pallet real. Además, llevan incluidos 2 reguladores de caudal para poder ajustar la velocidad de avance y retroceso.

2.12.3. SENSORES



Figura 62. Sensor de fin de carrera

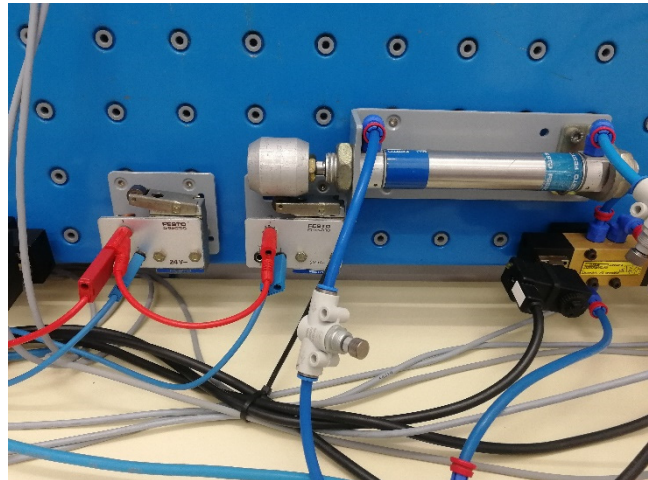


Figura 63. Sensores de fin carrera cilindro D

Estos sensores no son más que interruptores mecánicos que abren o cierran su contacto cuando la cabeza del vástago presiona el rodillo. En este caso están cableados como normalmente abiertos, de forma que al pisarlos se cierra el contacto y se activa la entrada digital correspondiente en el PLC. Dichos elementos darán señal cuando los cilindros estén situados en mínima o máxima carrera y este tipo se montará en los cilindros desplazadores C y D, encargados de simular el desplazamiento horizontal de la mesa.

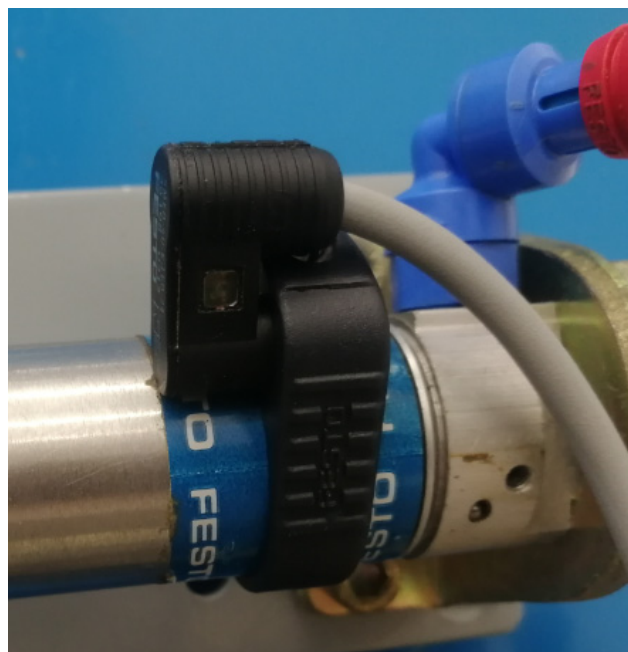


Figura 64. Sensor de posición

La figura anterior muestra sensores de proximidad Festo, que se utilizarán como finales de carrera de los cilindros A, B, E, F y G. La función es idéntica a la que realizan los que se ven en la figura 62, pero por cuestión de espacio en el panel neumático se ha decidido disponer varios sensores de este estilo. Es importante destacar que, aparte de detectar la mínima y máxima carrera, estos sensores también se emplean para controlar las posiciones

intermedias de los cilindros elevadores. Por ello, estos 2 actuadores cuentan con 4 sensores cada uno.



Figura 65. Sensor de presencia

La figura 65 muestra el sensor de presencia, el cual sustituye al escáner láser de área escogido para la instalación. Se trata de un sensor óptico de 3 hilos que enviará señal al autómatas en caso de aproximarse un objeto o persona al extremo superior. Para la simulación basta con colocar la yema de un dedo sobre él para activarlo, con lo que el proceso de paletizado se detendrá, cumpliendo con el programa de control implementado.

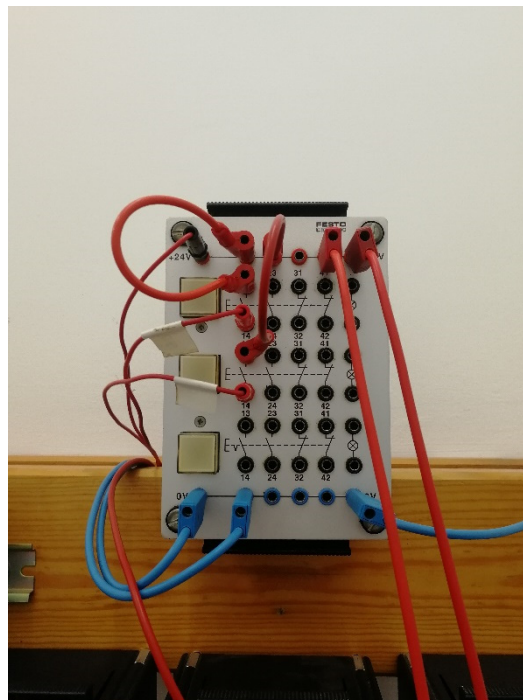


Figura 66. Módulo de pulsadores Festo

Con objeto de simular el sensor de cajas y el sensor fin de posicionamiento, se añade a la instalación del prototipo un módulo de pulsadores. Estos 2 sensores serán, por lo tanto, pulsadores que habrá que accionar de forma manual para representar la detección de cajas y el fin del posicionamiento de las series de cajas, puesto que no se dispone de medios para

hacer estas acciones más realistas. El primer botón comenzando por la parte superior representa el sensor de cajas y el segundo el sensor fin de serie.

2.12.4. ELECTROVÁLVULAS



Figura 67. Electroválvula 3/2 monoestable

Debido a que no dispone de electroválvulas 3/2 disponibles, se ha optado por adaptar una electroválvula 5/2 monoestable, taponando 2 de sus vías como se observa en la imagen anterior. De esta manera, se consigue una válvula de 3 vías y 2 posiciones.

Su función es cortar o activar el suministro de aire al circuito neumático, mediante una bobina de 2 hilos que se conecta al autómata. Cuando la salida digital induzca tensión a la bobina, la válvula permitirá el suministro de aire.

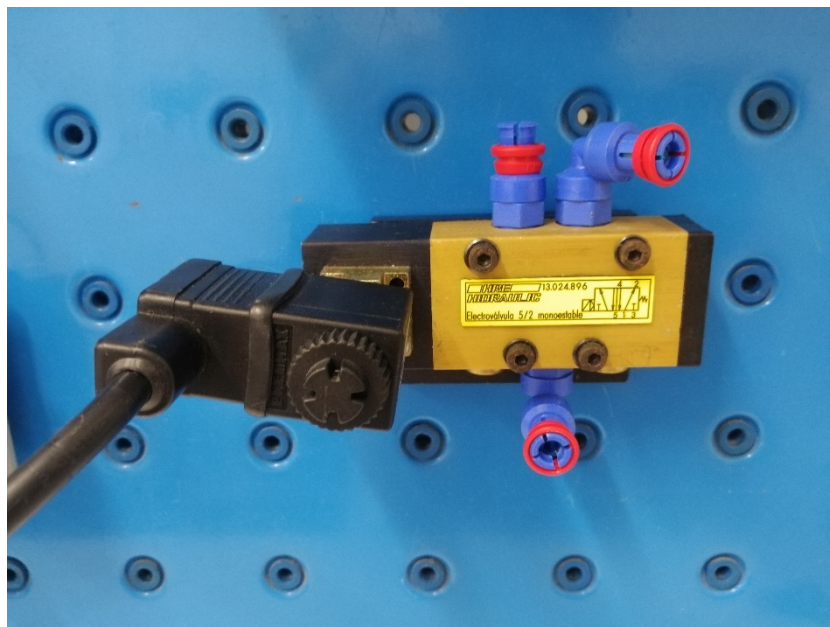


Figura 68. Electroválvula 5/2 monoestable

Es idéntica a la válvula anterior, aunque en este caso se conservan las 5 vías y 2 posiciones. Se colocará una de este tipo en cada uno de los siguientes actuadores, para provocar su avance: A, B, C, D y E. Cuando la bobina reciba tensión (salida digital activada), la electroválvula cambiará de posición, haciendo avanzar el cilindro. En cambio, cuando no

reciba tensión, la válvula vuelve a su posición inicial mediante el retorno por muelle y el cilindro retrocede.

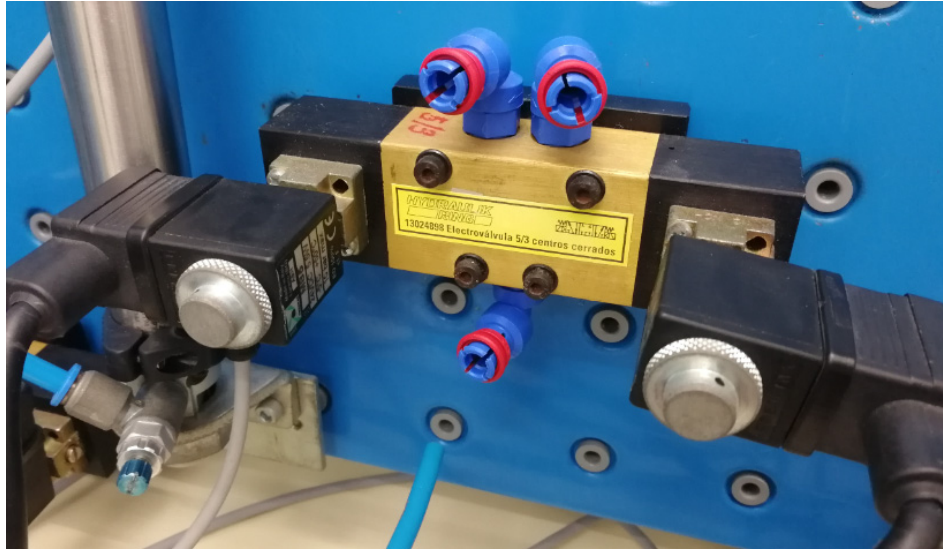


Figura 69. Electroválvula 5/3 de centros cerrados

Esta válvula se utiliza para controlar el avance y retroceso de los cilindros elevadores F y G. Como se ha dicho en la descripción del programa de control, se ha utilizado una sola válvula de este tipo para gobernar los 2 cilindros con el objetivo de conseguir una mejor sincronización de velocidades en ambos actuadores. No obstante, lo correcto sería controlar independientemente cada uno de ellos.

La misma cuenta con 5 vías y 3 posiciones. La posición central es cerrada, por lo que se bloquea el paso de aire en todas sus vías, permitiendo mantener en suspensión los cilindros elevadores en los diferentes niveles y evitando la necesidad de válvulas antirretorno. Si la bobina izquierda recibe tensión, tendrá lugar el avance. Si es la bobina derecha la que se excita, se produce el retroceso de los actuadores.

2.12.5. MOTOR Y VARIADOR

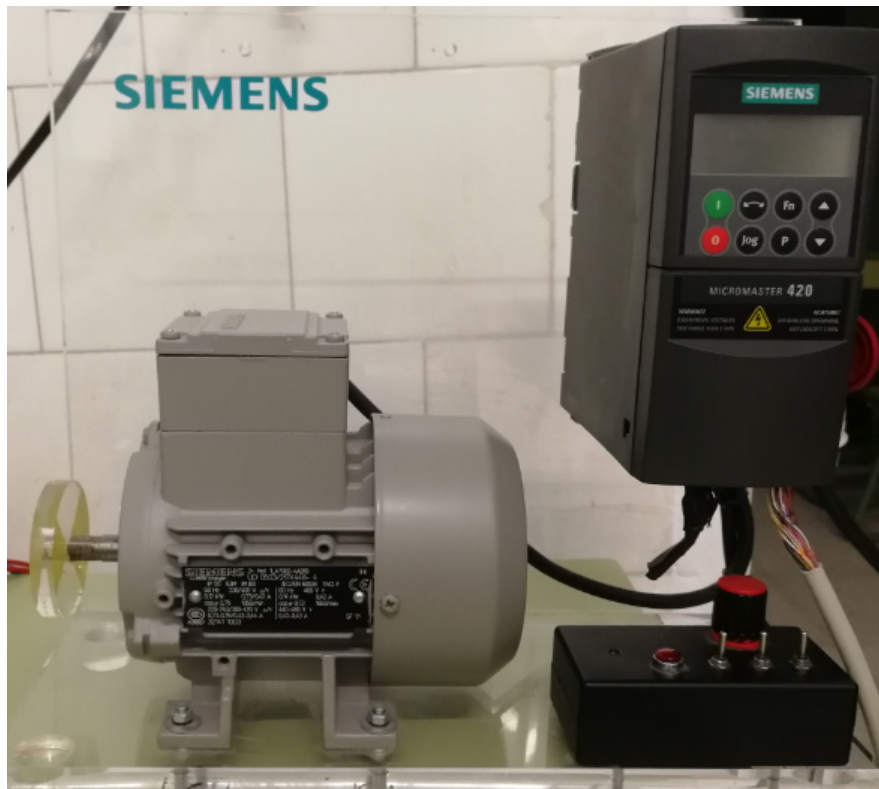


Figura 70. Motor y Variador Siemens

Con objeto de simular el movimiento de la cinta transportadora, se emplea un motor trifásico Siemens de características similares al descrito en el apartado 2.10.4.1. En este caso posee una potencia de 0,12 kW, más que suficiente para realizar la prueba, ya que la carga mecánica del motor es nula.

En cuanto al variador de frecuencia, se trata de un MICROMASTER 420 también de Siemens, que será el encargado de gestionar y controlar las distintas funciones del motor, implementadas en el programa de control. Con una fase de configuración previa en el propio display del variador, se consigue establecer varias velocidades del motor, así como ajustar las rampas de aceleración y desaceleración.

2.12.6. PANEL KTP 700 BASIC

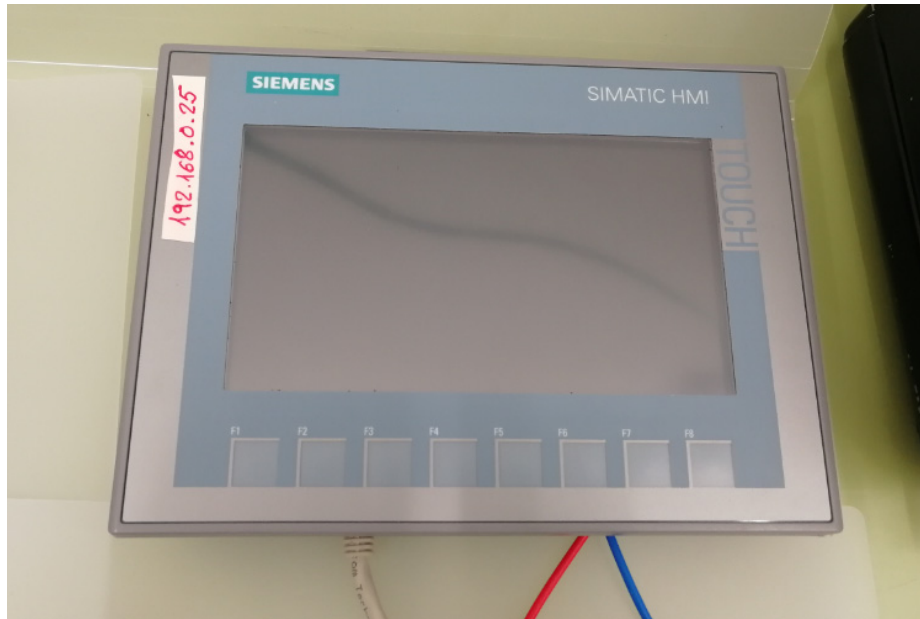


Figura 71. Pantalla KTP 700 Basic Siemens

En la figura superior se observa la pantalla HMI, exactamente igual a la que se ha escogido para la instalación real. Con ella ha sido posible realizar la simulación de la interfaz hombre-máquina, realizando numerosos ensayos para poner a prueba y mejorar las imágenes diseñadas.

2.12.7. FUENTE DE ALIMENTACIÓN 24V



Figura 72. Fuente de alimentación 24 V DC

Se empleará una fuente de alimentación que transformará la tradicional corriente alterna de 230 V en 24 V de corriente continua. Esta tensión de salida será necesaria para alimentar las salidas de los autómatas, ya que las bobinas de todas las electroválvulas operan a 24 V. Además, se empleará para alimentar la pantalla HMI.

2.12.8. OTROS ELEMENTOS



Figura 73. Unidad de mantenimiento neumática

La unidad de mantenimiento es un elemento básico de cualquier instalación neumática, ya que este elemento tiene la función de acondicionar el aire comprimido que proviene del compresor y que posteriormente entrará al circuito. Principalmente, está compuesto por un filtro que limpiará el aire de cualquier tipo de partícula que pueda introducirse en la instalación y un regulador de presión que permitirá ajustar la presión de trabajo del circuito, que será de 6 bar. Se trata de un elemento de importancia, pues la durabilidad y seguridad de una instalación de este tipo dependen en gran medida del correcto acondicionamiento del aire.

Además de los elementos del prototipo ya comentados, se han empleado racores y tes como elementos de conexión de los tubos, y reguladores de caudal en los distintos actuadores. Todos ellos son iguales a los ya descritos en el apartado 2.10.4.

Ferrol, 6 de septiembre de 2019

Alejandro Méndez Torres



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado

CURSO 2018/2019

DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA NEUMÁTICO PARA EL PALETIZADO INDUSTRIAL

Grado en Ingeniería Mecánica

Documento 2

ANEXOS

3. ANEXOS

3.1. MANUAL DE CONTROL (HMI)

En este apartado se tratará de describir todas las funciones que permite cada una de las imágenes implementadas en el panel KTP700, así como toda la información que contienen. Consiste, por tanto, en un manual de operación que explica cómo se utiliza la pantalla HMI, con el fin de dar aclaraciones y facilitar al trabajador la tarea de controlar la máquina y el proceso, evitando confusiones y errores en el manejo.

Como se ha comentado, la lista de imágenes es la siguiente:

- Inicio
- Mando
- Motor
- Usuarios



Figura 74. Imagen Inicio

Descripción:

1. **Inicio de sesión.** Antes de dar cualquier orden de mando a la máquina habrá que introducir unas credenciales de usuario pulsando dicho botón. Para ello se escribe un nombre de usuario y una contraseña, y de esa forma se darán permisos para accionar la botonera.

2. **Cierre de sesión.** Si un trabajador releva a otro en la pantalla, o simplemente se quiere cambiar el usuario para tareas de mantenimiento, supervisión o edición, se cierra sesión para volver a iniciarla con otras credenciales.
3. **Nombre de usuario con sesión iniciada.** Esta ventana indica el nombre del usuario que está usando actualmente el panel.
4. **Visor de avisos.** Pulsando esta pestaña se abrirá la ventana de avisos del sistema.
5. **Acceso a imagen Inicio.**
6. **Acceso a imagen Mando.**
7. **Acceso a imagen Motor.**
8. **Acceso a imagen Usuarios.**
9. **Cierre de interfaz HMI.** Si se desea salir de la interfaz hombre-máquina incluyendo el cierre de sesión, será necesario pulsar el botón de parar Runtime. Esto permitirá abandonar la pantalla de control y acceder a los ajustes propios del panel KTP700 y su comunicación, con el ordenador y los autómatas.
10. **Nombre de la ventana o imagen.** Como se acaba de describir, en esta imagen, al igual que en las demás, existen funciones comunes accesibles en todas ellas. A parte de eso, la imagen Inicio tiene una función meramente informativa para usar el resto de las imágenes, ya que lo único que contiene son instrucciones básicas de uso del HMI.

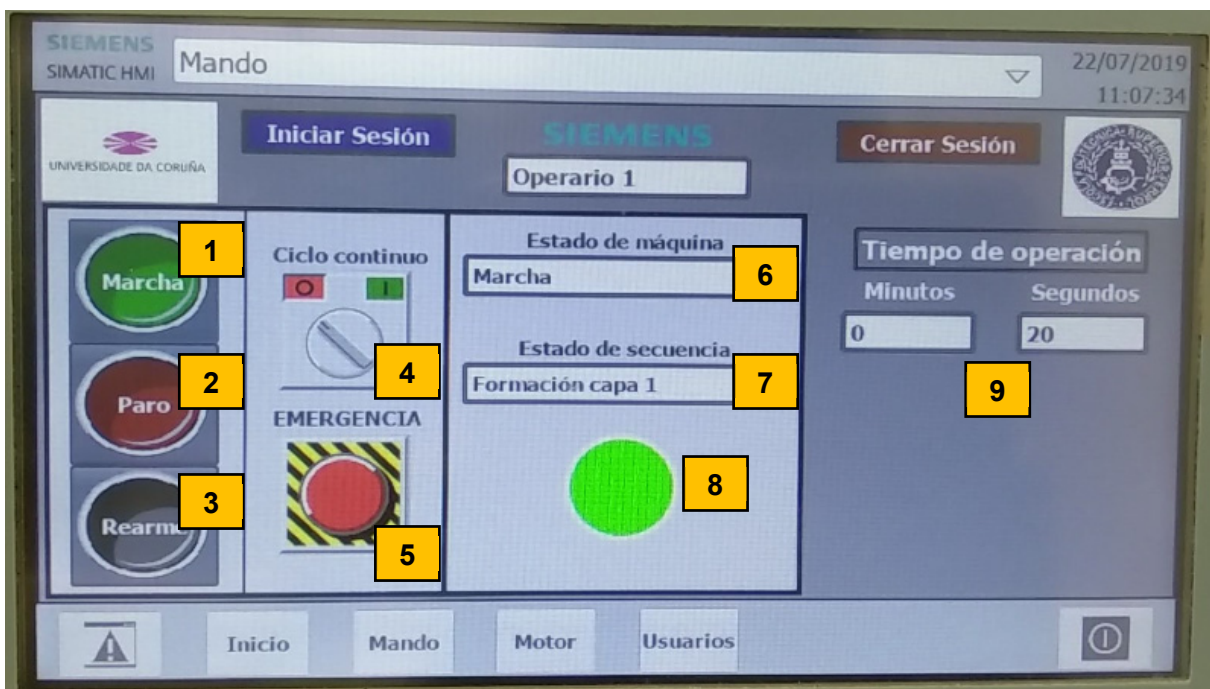


Figura 75. Imagen Mando

Descripción:

1. **Pulsador de Marcha.** Es el botón de puesta en marcha. Una vez pulsado, la máquina iniciará la secuencia de funcionamiento.
2. **Pulsador de Paro.** En caso de pulsar el botón de Paro, la secuencia se detendrá y el proceso quedará suspendido en la etapa en la que se encuentre. No se reanudará hasta que el botón de Marcha se accione nuevamente.

3. **Pulsador de Rearme.** Si se desea reiniciar el proceso desde el principio, siempre que la secuencia se haya detenido previamente, este botón hará volver a los distintos actuadores y elementos de control a las Condiciones Iniciales. En caso de haber pulsado la seta, cuando se haya desenclavado, será obligatorio rearmar la máquina.
4. **Interruptor de Ciclo continuo.** Accionando este interruptor se activa la Condición de Ciclo continuo, lo que significa que la máquina volverá a iniciar el proceso de paletizado automáticamente cuando haya acabado un ciclo de trabajo.
5. **Seta de Emergencia.** Como su propio nombre indica en caso de Emergencia, ya sea una avería, accidente o peligro para las personas y objetos situados en las cercanías de la máquina, debe enclavarse la seta. Esto provocará la detención inmediata del proceso, de manera que todos los elementos del sistema permanecerán inmóviles hasta que se desenclave la seta y se rearme el conjunto.
6. **Ventana de Estado de la máquina.** En función de los botones que se accionen, el estado de la máquina cambiará, reflejando el estado actual en esta ventana. Los distintos estados de la máquina están organizados en una lista de textos y ya se han presentado en la tabla 9 del apartado 2.12.2.
7. **Ventana de Estado del proceso.** Aquí se mostrará el estado actual de la secuencia, dependiendo de la etapa que atraviese el proceso de paletizado. Se presenta una tabla que contiene los estados de secuencia, con nombres específicos descriptivos que se corresponden con las diferentes etapas:

Valor ▲	Texto
0	En espera
1	Elevación plataforma
2	Formación capa 1
3	Avance horizontal mesa
4	Avance tope
5	Retroceso horizontal mesa
6	Retroceso tope
7	Descenso plataforma
8	Formación capa 3
9	Formación capa 2/4
10	Fin de ciclo

Tabla 11. Estados de secuencia en HMI

8. **Piloto de Estado de la máquina.** Cada estado de la máquina está asociado a una luz determinada, como se observa en la tabla 12:

Rango ▲	Color de fondo	Color Borde	Parpadeo
0 Paro	255; 255; 0	0; 0; 0	No
1 Marcha	0; 255; 0	255; 255; 255	Sí
2 Rearme	0; 0; 255	0; 0; 0	No
3 Inicio sin CI	255; 255; 0	255; 255; 255	Sí
4 Ciclo continuo	0; 255; 0	0; 0; 0	No
5 Necesario rearmar	0; 0; 255	255; 255; 255	Sí
6 Emergencia	255; 0; 0	0; 0; 0	Sí

Tabla 12. Código de colores Estado de la máquina

9. **Cronómetro.** Estas pequeñas ventanas indican el tiempo de operación de la máquina en cada ciclo, cuya finalidad es controlar el tiempo de producción y calcular la cadencia de la máquina.

En resumen, la imagen Mando permitirá acceder las órdenes de control general que gobiernan la máquina, ya que desde ella se pone en marcha y se detiene el sistema y se supervisa todo el proceso.

La figura siguiente alberga funciones de mando adicionales, las cuales se centran en el control del motor que mueve la cinta transportadora de cajas.

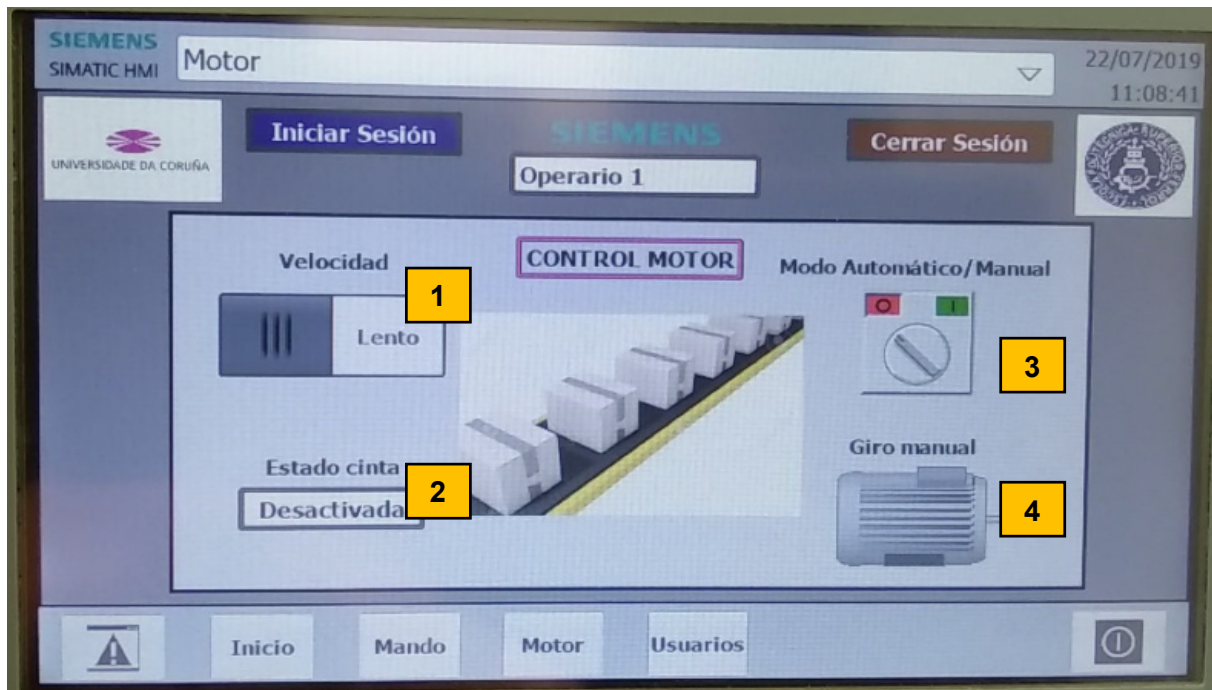


Figura 76. Imagen Motor

Descripción:

1. **Interruptor de cambio de velocidad cinta.** El motor de la cinta puede ajustarse en 2 velocidades distintas gracias a la intervención del variador. En modo lento, el motor girará a 240 rpm y en modo rápido a 450 rpm. Esta velocidad podrá modificarse sólo cuando el control automático de la cinta esté activado.
2. **Ventana de estado cinta.** Aquí se muestra el estado de la cinta durante el transcurso del proceso. Cuando el programa entre en la secuencia de formación de capas, la cinta estará activada. En caso contrario se mostrará como desactivada.
3. **Interruptor modo Automático-Manual.** Este servirá para seleccionar el modo de funcionamiento de la cinta. Si el interruptor está en posición OFF la cinta funcionará automáticamente a la velocidad preestablecida con el interruptor de cambio de velocidad. Si el mismo está en posición ON, la cinta permanecerá inmóvil hasta que se pulse el botón de JOG.
4. **Pulsador de JOG.** Permite el control manual de la cinta. Mientras se mantenga pulsado el icono del motor, la cinta avanzará en sentido contrario al normal y a una velocidad reducida para tareas de mantenimiento y/o reparación de averías. Para que esta función tenga efecto habrá que activar primero el interruptor anterior.

Por último, se muestra la imagen Usuarios, que contiene la información relativa a la administración de los usuarios que emplean el panel HMI.



Figura 77. Imagen Usuarios

1. **Visor de usuarios.** Esta ventana proporciona información sobre los distintos usuarios de la pantalla y los grupos a los que pertenece cada uno de ellos. Así, existen 3 grupos de personas que usan el panel:
 - Grupo de administradores. Los administradores tendrán total control sobre la interfaz, por lo que podrán dar todas las órdenes posibles de mando, además de gestionar los usuarios que hay registrados, pudiendo eliminar o crear nuevos usuarios.
 - Grupo de Supervisores. El supervisor únicamente puede visualizar la pantalla y por consiguiente el proceso, pero no podrá operar con la máquina, así que se limita a vigilar el funcionamiento del sistema.
 - Grupo de usuarios. En este grupo se incluyen los operadores de la planta, es decir, los trabajadores encargados de operar con la pantalla y la máquina. Por tanto, tendrán permiso para dar todas las órdenes de mando y controlar el proceso. Como es lógico, también pueden y deben supervisar el buen funcionamiento del sistema.

Se han visto en este apartado todas las posibilidades de operación, control y supervisión que la interfaz hombre-máquina diseñada ofrece. De esta manera, todas las personas que han de interactuar con la pantalla cuentan con unas instrucciones concretas sobre el manejo de este elemento. Por supuesto, TIA Portal incluye otras muchas funciones para implementar en un panel HMI, más apropiadas para sistemas automatizados de mayor complejidad. No obstante, en el presente trabajo se ha procurado conseguir un sistema fácil de controlar, con una interfaz intuitiva y funcional.

3.2. DOCUMENTACIÓN ADICIONAL

Una vez mostrados todos los elementos de actuación y control que intervienen en el proceso, aquí se mostrarán una serie de datos técnicos de los componentes del sistema para completar la descripción de estos.

3.2.1. PLC 1214 AC/DC/RELAY

SIEMENS

Hoja de datos

6ES7214-1BG40-0XB0



SIMATIC S7-1200, CPU 1214C, CPU compacta AC/DC/relé, E/S INTEGRADAS: 14 DI 24 V DC; 10 DO, relé 2 A; 2 AI 0-10V DC, alimentación: AC 85-264 V AC con 47-63 Hz, Memoria de programas/datos 100 KB

Información general	
Designación del tipo de producto	CPU 1214C AC/DC/Relais
Versión de firmware	V4.2
Ingeniería con	
• Paquete de programación	STEP 7 V14 o superior
Tensión de alimentación	
Valor nominal (AC)	
• 120 V AC	Si
• 230 V AC	Si
Rango admisible, límite inferior (AC)	85 V
Rango admisible, límite superior (AC)	264 V
Frecuencia de red	
• Rango admisible, límite inferior	47 Hz
• Rango admisible, límite superior	63 Hz
Intensidad de entrada	
Consumo (valor nominal)	100 mA con 120 V AC; 50 mA con 240 V AC
Consumo, máx.	300 mA con 120 V AC; 150 mA con 240 V AC
Intensidad de cierre, máx.	20 A; con 264 V

I⁺	0,8 A ⁺ s
Intensidad de salida	
Para bus de fondo (5 V DC), máx.	1 600 mA; máx. 5 V DC para SM y CM
Alimentación de sensores	
Alimentación de sensores 24 V	
• 24 V	20,4 a 28,8 V
Pérdidas	
Pérdidas, tip.	14 W
Memoria	
Memoria de trabajo	
• integrada	100 kbyte
• ampliable	No
Memoria de carga	
• integrada	4 Mbyte
• enchufable (SIMATIC Memory Card), máx.	con SIMATIC Memory Card
Respaldo	
• existente	Si
• libre de mantenimiento	Si
• sin pila	Si
Tiempos de ejecución de la CPU	
para operaciones de bits, tip.	0,08 µs; /instrucción
para operaciones a palabras, tip.	1,7 µs; /instrucción
para aritmética de coma flotante, tip.	2,3 µs; /instrucción
CPU-bloques	
Nº de bloques (total)	DBs, FCs, FBs, contadores y temporizadores. El número máximo de bloques direccionables es de 1 a 65535. No hay ninguna restricción, uso de toda la memoria de trabajo
OB	
• Número, máx.	Limitada únicamente por la memoria de trabajo para código
Áreas de datos y su remanencia	
Área de datos remanentes (incl. temporizadores, contadores, marcas), máx.	10 kbyte
Marcas	
• Número, máx.	8 kbyte; Tamaño del área de marcas
Datos locales	
• por cada prioridad, máx.	16 kbyte; Clase de prioridad 1 (ciclo de programa): 16 kbyte, clase de prioridad 2 a 26: 6 kbytes
Área de direcciones	
Imagen del proceso	
• Entradas, configurables	1 kbyte

• Salidas, configurables	1 kbyte
Configuración del hardware	
Nº de módulos por sistema, máx.	3 Communication Module, 1 Signal Board, 8 Signal Module
Hora	
Reloj	
• Reloj de hardware (en tiempo real)	Si
• Duración del respaldo	480 h; típicamente
• Desviación diaria, máx.	±60 s/mes a 25 °C
Entradas digitales	
Nº de entradas digitales	14; integrado
• De ellas, entradas usable para funciones tecnológicas	6; HSC (High Speed Counting)
Fuente/sumidero (M/P)	Si
Número de entradas atacables simultáneamente	
Todas las posiciones de montaje	
— hasta 40 °C, máx.	14
Tensión de entrada	
• Valor nominal (DC)	24 V
• para señal "0"	5 V DC, con 1 mA
• para señal "1"	15 V DC at 2.5 mA
Retardo a la entrada (a tensión nominal de entrada)	
para entradas estándar	
— parametrizable	0,2 ms, 0,4 ms, 0,8 ms, 1,6 ms, 3,2 ms, 6,4 ms y 12,8 ms, elegible en grupos de 4
— en transición "0" a "1", máx.	0,2 ms
— en transición "0" a "1", máx.	12,8 ms
para entradas de alarmas	
— parametrizable	Si
para funciones tecnológicas	
— parametrizable	Monofásica: 3 @ 100 kHz y 3 @ 30 kHz, Diferencial: 3 @ 80 kHz y 3 @ 30 kHz
Longitud del cable	
• apantallado, máx.	500 m; 50 m para funciones tecnológicas
• no apantallado, máx.	300 m; para funciones tecnológicas: No
Salidas digitales	
Número de salidas	10; Relé
Poder de corte de las salidas	
• con carga resistiva, máx.	2 A
• con carga tipo lámpara, máx.	30 W con DC, 200 W con AC
Retardo a la salida con carga resistiva	
• "0" a "1", máx.	10 ms; máx.


• "1" a "0", máx.	10 ms; máx.
Salidas de relé	
• N° de salidas relé	10
• Número de ciclos de maniobra, máx.	mecánicos: 10 millones, con tensión nominal de carga: 100 000
Longitud del cable	
• apantallado, máx.	500 m
• no apantallado, máx.	150 m
Entradas analógicas	
N° de entradas analógicas	2
Rangos de entrada	
• Tensión	Si
Rangos de entrada (valores nominales), tensiones	
• 0 a +10 V	Si
• Resistencia de entrada (0 a 10 V)	≥100 kohmios
Longitud del cable	
• apantallado, máx.	100 m; trenzado y apantallado
Salidas analógicas	
N° de salidas analógicas	0
Formación de valor analógico para entradas	
Tiempo de integración y conversión/resolución por canal	
• Resolución con rango de rebase (bits incl. signo), máx.	10 bit
• Tiempo de integración parametrizable	Si
• Tiempo de conversión (por canal)	625 µs
Sensor	
Sensores compatibles	
• Sensor a 2 hilos	Si
1. Interfaz	
Tipo de interfaz	PROFINET
Norma física	Ethernet
con aislamiento galvánico	Si
Detección automática de la velocidad de transferencia	Si
Autonegociación	Si
Autocrossing	Si
Física de la interfaz	
• Número de puertos	1
• Switch integrado	No
Protocolos	
• PROFINET IO-Controller	Si
• PROFINET IO-Device	Si

• Comunicación SIMATIC	Si
• Comunicación IE abierta	Si
• Servidores web	Si
• Redundancia del medio	No
PROFINET IO-Controller	
• Velocidad de transferencia, máx.	100 Mbit/s
Servicios	
— Comunicación PG/OP	Si
— S7-Routing	Si
— Modo isócrono	No
— Comunicación IE abierta	Si
— IRT	No
— MRP	No
— MRPD	No
— PROFinergy	No
— Arranque priorizado	Si
— Número de dispositivos IO con arranque preferente, máx.	16
— N° de IO Devices que se pueden conectar en total, máx.	16
— N° de IO-Devices conectables para RT, máx.	16
— de ellos, en línea, máx.	16
— Activar/desactivar IO Devices	Si
— N° de IO-Devices activables/desactivables simultáneamente, máx.	8
— Tiempo de actualización	El valor mínimo del tiempo de actualización depende además del componentes para comunicación ajustado para PROFINET IO, del número de dispositivo IO y de la cantidad de datos de usuario configurados.
PROFINET IO-Device	
Servicios	
— Comunicación PG/OP	Si
— S7-Routing	Si
— Modo isócrono	No
— Comunicación IE abierta	Si
— IRT	No
— MRP	No
— MRPD	No
— PROFinergy	Si
— Shared Device	Si
— N° de IO Controller con Shared Device, máx.	2

Protocolos	
• Soporta protocolo para PROFINET IO	Si
• PROFIBUS	Si; Requiere CM 1243-5 (maestro) o CM 1242-5 (esclavo)
• AS-Interface	Si; Se requiere un CM 1243-2
Protocolos (Ethernet)	
• TCP/IP	Si
• DHCP	No
• SNMP	Si
• DCP	Si
• LLDP	Si
Comunicación IE abierta	
• TCP/IP	Si
— Tamaño de datos, máx.	8 kbyte
• ISO-on-TCP (RFC1006)	Si
— Tamaño de datos, máx.	8 kbyte
• UDP	Si
— Tamaño de datos, máx.	1 472 byte
Servidores web	
• Soporta	Si
• Páginas web definidas por el usuario	Si
Otros protocolos	
• MODBUS	Si
Funciones de comunicación	
Comunicación S7	
• Soporta	Si
• como servidor	Si
• Como cliente	Si
• Datos útiles por petición, máx.	ver la Ayuda online (S7 communication, User data size)
Nº de conexiones	
• total	16; dinámica
Funciones de test y puesta en marcha	
Estado forzado	
• Estado forzado de variables	Si
• Variables	Entradas/salidas, marcas, DB, E/S de periferia, tiempos, contadores
Forzado permanente	
• Forzado permanente	Si
Búfer de diagnóstico	
• existente	Si
Traces	
• Número de Traces configurables	2

• Tamaño de memoria por Trace, máx.	512 kbyte
Alarmas/diagnósticos/información de estado	
LED señalizador de diagnóstico	
• LED RUN/STOP	Si
• LED ERROR	Si
• LED MAINT	Si
Funciones integradas	
Nº de contadores	6
Frecuencia de conteo (contadores), máx.	100 kHz
Medida de frecuencia	Si
Posicionamiento en lazo abierto	Si
Número de ejes de posicionamiento con regulación de posición, máx.	8
Número de ejes de posicionamiento mediante interfaz impulsos/sentido	hasta 4 con SB 1222
Regulador PID	Si
Nº de entradas de alarma	4
Aislamiento galvánico	
Aislamiento galvánico módulos de E digitales	
• Aislamiento galvánico módulos de E digitales	500 V AC durante 1 minuto
• entre los canales, en grupos de	1
Aislamiento galvánico módulos de S digitales	
• Aislamiento galvánico módulos de S digitales	Relé
• entre los canales	No
• entre los canales, en grupos de	2
CEM	
Inmunidad a perturbaciones por descargas de electricidad estática	
• Inmunidad a perturbaciones por descargas de electricidad estática IEC 61000-4-2	Si
— Tensión de ensayo con descarga en aire	8 kV
— Tensión de ensayo para descarga por contacto	6 kV
Inmunidad a perturbaciones conducidas	
• Inmunidad a perturbaciones en cables de alimentación según IEC 61000-4-4	Si
• Inmunidad a perturbaciones por cables de señales IEC 61000-4-4	Si
Inmunidad a perturbaciones por tensiones de choque (sobretensión transitoria)	
• por los cables de alimentación según IEC 61000-4-5	Si
Inmunidad a perturbaciones conducidas, inducidas mediante campos de alta frecuencia	

• Inmunidad a campos electromagnéticos radiados a frecuencias radioeléctricas según IEC 61000-4-6	Si
Emisión de radiointerferencias según EN 55 011	
• Clase de límite A, para aplicación en la industria	Si; Grupo 1
• Clase de límite B, para aplicación en el ámbito residencial	Si; Si se garantiza mediante medidas oportunas que se cumplen los valores límite de la clase B según EN 55011
Grado de protección y clase de protección	
Grado de protección según EN 60529	
• IP20	Si
Normas, homologaciones, certificados	
Marcado CE	Si
Homologación UL	Si
cULus	Si
Homologación FM	Si
RCM (anterior C-TICK)	Si
Homologación KC	Si
Homologaciones navales	Si
Condiciones ambientales	
Caida libre	
• Altura de caída, máx.	0,3 m; Cinco veces, en embalaje de envío
Temperatura ambiente en servicio	
• mín.	-20 °C
• máx.	60 °C; N.º de entradas o salidas conectadas al mismo tiempo: 7 o 5 (sin puntos contiguos) con 60 °C en horizontal o 50 °C en vertical, 14 o 10 con 55 °C en horizontal o 45 °C en vertical
• Posición de montaje horizontal, mín.	-20 °C
• Posición de montaje horizontal, máx.	60 °C
• Posición de montaje vertical, mín.	-20 °C
• Posición de montaje vertical, máx.	50 °C
Temperatura ambiente en almacenaje/transporte	
• mín.	-40 °C
• máx.	70 °C
Presión atmosférica según IEC 60068-2-13	
• En servicio mín.	795 hPa
• En servicio máx.	1 080 hPa
• Almacenamiento/transporte, mín.	660 hPa
• Almacenamiento/transporte, máx.	1 080 hPa
Altitud en servicio referida al nivel del mar	
• Altitud de instalación, mín.	-1 000 m
• Altitud de instalación, máx.	2 000 m

Humedad relativa del aire	
• En servicio máx.	95 %; sin condensación
Vibraciones	
• Resistencia a vibraciones durante el funcionamiento según IEC 60068-2-6	Montaje en pared 2 g (m/s ²); perfil DIN 1 g (m/s ²)
• En servicio, según DIN IEC 60068-2-6	Si
Ensayo de resistencia a choques	
• ensayado según DIN IEC 60068-2-27	Si; IEC 68, parte 2-27; semisinusoide: fuerza de choque 15 g (valor de cresta), duración 11 ms
Concentraciones de sustancias contaminantes	
• SO ₂ con HR < 60% sin condensación	SO ₂ : < 0,5 ppm; H ₂ S: < 0,1 ppm; HR < 60% sin condensación
Configuración	
programación	
Lenguaje de programación	
— KOP	Si
— FUP	Si
— SCL	Si
Protección de know-how	
• Protección de programas de usuario/Protección por contraseña	Si
• Protección contra copia	Si
• Protección de bloques	Si
Protección de acceso	
• Nivel de protección: Protección contra escritura	Si
• Nivel de protección: Protección contra escritura/lectura	Si
• Nivel de protección: Protección completa	Si
Vigilancia de tiempo de ciclo	
• Configurable	Si
Dimensiones	
Ancho	110 mm
Alto	100 mm
Profundidad	75 mm
Pesos	
Peso, aprox.	455 g
Última modificación:	09/08/2019 

3.2.2. PANEL KTP700 BASIC COLOR PN

SIEMENS

Hoja de datos

6AV2123-2GB03-0AX0

SIMATIC HMI, KTP700 Basic, Basic Panel, Manejo con teclado/táctil, pantalla TFT de 7", 65536 colores, Interfaz PROFINET, configurable a partir de WinCC Basic V13/ STEP 7 Basic V13, incluye software Open Source, que se cede gratuitamente ver CD adjunto



Información general	
Designación del tipo de producto	KTP700 Basic color PN
Display	
Tipo de display	Pantalla TFT panorámica, retroiluminación LED
Diagonal de pantalla	7 in
Achura del display	154,1 mm
Altura del display	85,9 mm
Nº de colores	65 536
Resolución (píxeles)	
• Resolución de imagen horizontal	800 Pixel
• Resolución de imagen vertical	480 Pixel
Retroiluminación	
• MTBF de la retroiluminación (con 25 °C)	20 000 h
• Retroiluminación variable	Sí
Elementos de mando	
Fuentes de teclado	
• Teclas de función	
— Nº de teclas de función	8

• Teclas con LED	No
• Teclas del sistema	No
• Teclado numérico	Si; Teclado en pantalla
• Teclado alfanumérico	Si; Teclado en pantalla
Manejo táctil	
• Variante con pantalla táctil	Si
Diseño/montaje	
Posición de montaje	vertical
Montaje vertical (formato retrato) posible	Si
Montaje horizontal (formato apaisado) posible	Si
Máx. ángulo de inclinación permitido sin ventilación externa	35°
Tensión de alimentación	
Tipo de tensión de la alimentación	DC
Valor nominal (DC)	24 V
Rango admisible, límite inferior (DC)	19,2 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
Intensidad de entrada	
Consumo (valor nominal)	230 mA
Intensidad transitoria de conexión I _p t	0,2 A ² ·s
Potencia	
Consumo de potencia activa, tip.	5,5 W
Procesador	
Tipo de procesador	ARM
Memoria	
Flash	Si
RAM	Si
memoria usable para datos de usuario	10 Mbyte
Tipo de salida	
Acústica	
• Zumbador	Si
• Altavoz	No
Hora	
Reloj	
• Reloj de hardware (en tiempo real)	Si
• Reloj por software	Si
• Respaldo	Si; Duración del búfer típica: 6 semanas
• Sincronizable	Si
Interfaces	

Nº de interfaces Industrial Ethernet	1
Nº de interfaces RS 485	0
Nº de interfaces RS 422	0
Nº de interfaces RS 232	0
Nº de interfaces USB	1; hasta máx. 16 GB
Nº de interfaces 20 mA (TTY)	0
Nº de interfaces paralelas	0
Nº de otras interfaces	0
Número de slot para tarjetas SD	0
Con interfaces a SW	No
Industrial Ethernet	
• LED de estado Industrial Ethernet	2
Protocolos	
PROFINET	Si
Soporta protocolo para PROFINET IO	No
IRT	No
PROFIBUS	No
MPI	No
Protocolos (Ethernet)	
• TCP/IP	Si
• DHCP	Si
• SNMP	Si
• DCP	Si
• LLDP	Si
Propiedades WEB	
• HTTP	No
• HTML	No
Funcionamiento redundante	
• MRP	No
Otros protocolos	
• CAN	No
• Soporta protocolo para EtherNet/IP	Si
• MODBUS	Si; Modicon (MODBUS TCP/IP)
Alarmas/diagnósticos/información de estado	
Avisos de diagnósticos	
• Se puede leer la información de diagnóstico	No
CEM	
Emisión de radiointerferencias según EN 55 011	
• Clase de límite A, para aplicación en la industria	Si
• Clase de límite B, para aplicación en el ámbito residencial	No


Grado de protección y clase de protección	
IP (frontal)	IP65
Enclosure Type 4 en el frente	Si
Enclosure Type 4x en el frente	Si
IP (lado posterior)	IP20
Normas, homologaciones, certificados	
Marcado CE	Si
cULus	Si
RCM (anterior C-TICK)	Si
Homologación KC	Si
Uso en atmósfera potencialmente explosiva	
• ATEX zona 2	No
• ATEX zona 22	No
• IECEx Zone 2	No
• IECEx Zone 22	No
• cULus Class I zona 1	No
• cULus Class I zona 2, división 2	No
• FM Class I Division 2	No
Homologaciones navales	
• Germanischer Lloyd (GL)	Si
• American Bureau of Shipping (ABS)	Si
• Bureau Veritas (BV)	Si
• Det Norske Veritas (DNV)	Si
• Lloyds Register of Shipping (LRS)	Si
• Nippon Kaiji Kyokai (Class NK)	Si
• Polski Rejestr Statkow (PRS)	No
• Chinese Classification Society (CCS)	No
Condiciones ambientales	
Temperatura ambiente en servicio	
• En servicio (montaje vertical)	
— en posición de montaje vertical, mín.	0 °C
— en posición de montaje vertical, máx.	50 °C
• En servicio (máx. ángulo de inclinación)	
— con ángulo máx. de inclinación, mín.	0 °C
— con ángulo máx. de inclinación, máx.	40 °C
• En servicio (montaje vertical, formato retrato)	
— en posición de montaje vertical, mín.	0 °C
— en posición de montaje vertical, máx.	40 °C
• En servicio (máx. ángulo de inclinación, formato retrato)	
— con ángulo máx. de inclinación, mín.	0 °C

— con ángulo máx. de inclinación, máx.	35 °C
Temperatura ambiente en almacenaje/transporte	
• mín.	-20 °C
• máx.	60 °C
Humedad relativa del aire	
• En servicio máx.	90 %; sin condensación
Sistemas operativos	
propietarios	Si
Sistema operativo preinstalado	
• Windows CE	No
Configuración	
Ventana de avisos	Si
Sistema de alarmas (con búfer y confirmación)	Si
Representación de valores de proceso (salida)	Si
Especificación de valores de proceso (entrada) posible	Si
Administración de recetas	Si
Software de configuración	
• STEP 7 Basic (TIA Portal)	Si; vía WinCC Basic (TIA Portal) integrado
• STEP 7 Professional (TIA Portal)	Si; vía WinCC Basic (TIA Portal) integrado
• WinCC flexible Compact	No
• WinCC flexible Standard	No
• WinCC flexible Advanced	No
• WinCC Basic (TIA Portal)	Si
• WinCC Comfort (TIA Portal)	Si
• WinCC Advanced (TIA Portal)	Si
• WinCC Professional (TIA Portal)	Si
Idiomas	
Idiomas online	
• Número de idiomas online/runtime	10
Idiomas	
• Idiomas por proyecto	32
Funcionalidad bajo WinCC (TIA Portal)	
Librerías	Si
Aplicaciones/opciones	
• Navegador web	Si
• SIMATIC WinCC Sm@rtServer	Si; Disponible con WinCC (TIA Portal) V14 o superior
Nº de scripts Visual Basic	No
Planificador de tareas	
• controlada por tiempo	No
• controlada por tarea	Si

Sistema de ayuda	Si
• N° de caracteres por texto informativo	500
Sistema de avisos	
• N° de clases de avisos	32
• Avisos de bit	
— N° de avisos de bit	1 000
• Avisos analógicos	
— N° de avisos analógicos	25
• Método de numeración de avisos S7	No
• Avisos del sistema HMI	Si
• Avisos del sistema de otros (SIMATIC S7, Sinumerik, Simotion, ...)	Si; Buffer de avisos del sistema SIMATIC S7-1200 y S7-1500
• Valores de caracteres por aviso	80
• Valores de proceso por aviso	8
• Grupos de confirmación	Si
• Indicador de avisos	Si
• Búfer de avisos	
— N° de entradas	256
— Búfer circular	Si
— remanente	Si
— libre de mantenimiento	Si
Administración de recetas	
• Número de recetas	50
• Registros por receta	100
• Entradas por registro	100
• Tamaño de la memoria de recetas interna	256 kbyte
• Memoria de recetas ampliable	No
Variables	
• N° de variables por equipo	800
• N° de variables por sinóptico	100
• Valores límite	Si
• Multiplexar	Si
• Estructuras	No
• Matrices	Si
Imágenes	
• Número de imágenes configurables	250
• Ventana permanente/platilla	Si
• Imagen global	Si
• Imágenes emergentes	No
• Imágenes deslizables	No
• Selección de imagen vía PLC	Si

• N° de imagen en el PLC	Si
Objetos gráficos	
• Número de objetos por imagen	100
• Campos de texto	Si
• Campos de E/S	Si
• Campos de E/S gráficos (lista de gráficos)	Si
• Campos de E/S simbólicos (lista de textos)	Si
• Campos de fecha/hora	Si
• Interruptores	Si
• Botones	Si
• Visor de gráficos	Si
• Iconos	Si
• Objetos geométricos	Si
Objetos gráficos complejos	
• Número de objetos complejos por imagen	10
• Visor de avisos	Si
• Visor de curvas	Si
• Visor de usuarios	Si
• Estado/forzado	No
• Visor Sm@rtClient	No
• Visor de recetas	Si
• Visor de curvas f(x)	No
• Visor de diagnóstico del sistema	Si; Buffer de avisos del sistema SIMATIC S7-1200 y S7-1500
• Media Player	No
• Navegador HTML	Si
• Visor de PDF	No
• Visor de cámara IP	No
• Barras	Si
• Deslizadores	No
• Instrumentos de aguja	No
• Reloj analógico/digital	No
Listas	
• N° de listas de textos por proyecto	300
• N° de entradas por lista de textos	100
• N° de listas gráficas por proyecto	100
• N° de entradas por lista gráfica	100
Registro histórico	
• N° de archivos históricos por equipo	2; Un archivo de avisos y un archivo de valores del proceso
• N° de entradas por archivo histórico	10 000
• Archivo (registro histórico) de avisos	Si
• Archivo de valor de proceso	Si

• Métodos de archivado	
— Archivo secuencial	Si
— Archivo cíclico	Si
• Ubicación	
— Tarjeta de memoria	No
— Memoria USB	Si
— Ethernet	No
• Formato de archivo de datos	
— CSV	No
— TXT	Si
— RDB	No
Seguridad	
• Número de grupos de usuarios	50
• Número de derechos de usuario	32
• Número de usuarios	50
• Exportación/importación de contraseñas	Si
• SIMATIC Logon	No
Juegos de caracteres	
• Fuentes de teclado	
— USA (Inglés)	Si
Transferencia (carga/descarga)	
• MPI/PROFIBUS DP	No
• USB	No
• Ethernet	Si
• Mediante medio de memoria externo	Si
Acoplamiento al proceso	
• S7-1200	Si
• S7-1500	Si
• S7-200	Si
• S7-300/400	Si
• LOGO!	Si
• Win AC	Si
• SINUMERIK	Si; No se puede acceder a datos NCK
• SIMOTION	Si
• Allen Bradley (EtherNet/IP)	Si
• Allen Bradley (DF1)	No
• Mitsubishi (MC TCP/IP)	Si
• Mitsubishi (FX)	No
• OMRON (FINS TCP)	No
• OMRON (LINK/Multilink)	No
• Modicon (Modbus TCP/IP)	Si

• Modicon (Modbus)	No
Herramientas/auxiliares para configuración	
• Backup/Restore	Si
• Backup/Restore automáticos	No
• Simulación	Si
• Conmutación de dispositivo	Si
Periferia/Opciones	
Periféricos	
• Impresora	No
• Tarjeta de memoria MM SIMATIC HMI: Multi Media Card	No
• Tarjeta de memoria SD SIMATIC HMI: Tarjeta de memoria Secure Digital	No
• Tarjeta de memoria CF SIMATIC HMI Tarjeta Compact Flash	No
• Memoria USB	Si
• SIMATIC IPC USB-Flashdrive (lápiz USB)	Si
• Lápiz de memoria USB SIMATIC HMI (lápiz USB)	Si
Elementos mecánicos/material	
Material de la caja (en el frente)	
• Plástico	Si
• Aluminio	No
• Acero inoxidable	No
Dimensiones	
Ancho del frente de la caja	214 mm
Alto del frente de la caja	158 mm
Recorte para montaje, ancho	197 mm
Recorte para montaje, alto	141 mm
Profundidad de montaje	39 mm
Pesos	
Peso sin embalaje	780 g
Peso incl. embalaje	990 g
Última modificación:	18/05/2019 

3.2.3. ESCÁNER LÁSER DE ÁREA HOKUYO UST-05LN

ESCÁNER LÁSER DE ÁREA

**UST-05LN
UST-05LA
UST-20LN**

Características

- Amplio rango de detección
- Respuesta rápida
- Configuración más flexible
- El más pequeño y ligero del mercado

Aplicaciones

- Detección de obstáculos
- Detección de presencia



Especificaciones

Referencia	UST-05LN / UST-05LA	UST-20LN
Alimentación	12VDC/24VDC (10-30VDC; ondulación: 10% o menos)	
Consumo	150mA o menos (400mA cuando está activada)	
Fuente de luz	Semiconductor láser (905nm), seguridad visual clase 1	
Distancia	0.06-9m (chapa blanca) 0.06-2m (chapa negra con reflectividad del 10%)	0.06-20m (chapa blanca) 0.06-8m (chapa negra con reflectividad del 10%)
Precisión de distancia	±40mm	
Repetibilidad	σ<30mm	
Ángulo de escaneo	270°	
Tiempo de escaneo	25ms por escaneo	
Resolución angular	0.5°	0.25°
Tiempo de arranque	10 s o menos	
Patrón de área	31 patrones	
Salida	Optoacoplador / Colector abierto	
Tiempo de arranque	66ms o menos	
Interfaz	USB / RS422 (sólo para datos de salida UST-05LA)	USB / RS422 (para configuración de área)
Indicador LED	Alimentación (azul); parpadea durante el arranque y funcionamiento erróneo	
Temperatura ambiente	-10 a 50° C	
Grado de protección	IP65	
Peso	120g (sin cable)	

Estructura del sistema



Aplicaciones



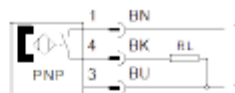

- Detección de obstáculos para AGVs
- Detección de cambio de carga

3.2.4. SENSOR DE POSICIÓN DE CILINDROS

sensor de proximidad CRSMT-8M-PS-24V-K-0,3-M12

Número de artículo: 574382

FESTO



Hoja de datos

Característica	Valor
Construcción	para ranura en T
Basado en la norma	EN 60947-5-2
Homologación	RCM Mark
Marca CE (ver declaración de conformidad)	según la normativa UE sobre EMC según la normativa UE sobre protección contra explosión (ATEX)
Caracteres KC	KC-EMV
Categoría ATEX para gas	II 3G
Tipo de protección contra explosión de gas	Ex nA IIC T4 X Gc
Categoría ATEX para polvo	II 3D
Tipo de protección contra explosión por polvo	Ex tc IIC T120°C X Dc
Temperatura ambiente con riesgo de explosión	-40°C ≤ Ta ≤ +85°C
Características especiales	Resistente a los lubricantes refrigerantes Resistente a las soluciones alcalinas Resistente a los ácidos
Indicación sobre el material	Conforme con RoHS Sin halógeno
Magnitud de la medición	Posición
Principio de medición	magnetorresistivo
Temperatura ambiente	-40 ... 85 °C
Precisión de repetición	0,2 mm
Corriente máxima de salida	100 mA
Rendimiento DC máximo de conmutación	2,8 W
Caída de tensión	< 1,5 V
Corriente mín. de carga	0 mA
Corriente residual	< 0,05 mA
Anticortocircuitaje	sí
Resistencia a sobrecargas	presente
Tensión de servicio calculada DC	24 V
Margen de tensión de funcionamiento DC	5 ... 30 V
Polos inconfundibles	para todas las conexiones eléctricas
Conexión eléctrica 1, tipo de conexión	Cable con conector
Conexión eléctrica 1, técnica de conexión	M12x1, codificación A según EN 61076-2-101
Conexión eléctrica 1, cantidad de contactos/hilos	3
Conexión eléctrica 1, tipo de fijación	Bloqueo mediante perno roscado
Sentido de la conexión de salida	longitudinal
Material de los contactos crimp	latón Niquelado y dorado
Material del cuerpo del conector	PP
Condiciones de control línea	Resistencia a la flexión alternante según la norma Festo Cadena de arrastre: 5 millones de ciclos, radio de curvatura 75 mm Resistencia a la torsión: > 300 000 ciclos, ±270°/0,1 m

Característica	Valor
Longitud del cable	0,3 m
Característica de la línea	Estándar+cadena de arrastre
Color de la cubierta del cable	Gris
Material de la cubierta aislante del cable	TPE-O
Material de la cubierta aislante	PP
Tipo de fijación	Fijado con tornillos Montaje en la ranura por arriba
Par de apriete máximo	0,6 Nm
Posición de montaje	indistinto
Peso del producto	9,1 g
Color del cuerpo	Negro
Material de la carcasa	PA PP Acero inoxidable de aleación fina
Material de las tuercas de unión	latón niquelado
Indicación del estado	LED amarillo
Indicación de reserva de funcionamiento	LED naranja
Temperatura ambiente con cableado móvil	-20 ... 85 °C
Tipo de protección	IP65 IP68 IP69K
Apto para el contacto con alimentos	Información detallada sobre el material

3.2.5. SENSOR OPTOELECTRÓNICO

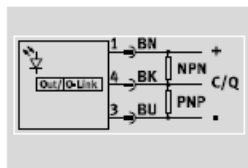
Sensor de reflexión directa SOOE

Hoja de datos

FESTO

Función

SOOE-DS-R-PNLK-T



Especificaciones técnicas generales	
Diseño	Forma rectangular
Conforme a la norma	EN 60947-5-2
Certificación	Marca registrada RCM c UL us - Listed (OL)
Marcado CE (véase declaración de conformidad)	Según la Directiva CEM de la UE Según la Directiva RoHS de la UE
Organismo que extiende el certificado	UL E232949
Nota sobre los materiales	En conformidad con la Directiva 2002/95/CE (RoHS)

Señal de entrada / elemento de medición	
Principio de medición	Optoelectrónico
Método de detección	Sensor de reflexión directa
Tipo de luz	LED rojo
Mancha luminosa máxima	65 mm con alcance de detección de 1000 mm
Diámetro mínimo del objeto [mm]	10
Alcance [mm]	2 ... 1000

Temperatura ambiente	[°C]	-40 ... 60
----------------------	------	------------

Procesamiento de señales

Diferencia máx. negro/blanco	[%]	15
Materia de referencia		Blanco estándar 90 %, 100x100 mm

Salida de conmutación

Salida de conmutación		Ciclo invertido
Función de conmutación		PNP, conmutación en fase con luz
		NPN, conmutación en fase oscura
Histéresis	[mm]	200
Frecuencia máx. de conmutación	[Hz]	1000
Corriente de salida máx.	[mA]	100
Caída de tensión	[V]	0 ... 1,5


Interfaz de comunicación

Protocolo		IO-Link
IO-Link, perfil		Perfil Smart Sensor
IO-Link, clases funcionales		Variable datos de proceso (PDV)
		Identificación
		Diagnóstico
		Teach channel
		Canal de señal de conmutación (SSC)
IO-Link, versión de protocolo		Dispositivo V 1.1
IO-Link, Communication mode		COM2 (38,4 kilobaudios)
IO-Link, compatibilidad con SIO-Mode		Sí
IO-Link, Port class		A
IO-Link, ancho de datos de proceso OUT		2 bits
IO-Link, contenido de datos de proceso OUT		1 bit (Emitter disable)
		1 bit (Hold)
IO-Link, ancho de datos de proceso IN		1 bit
IO-Link, contenido de datos de proceso IN		1 bit SSC (Switching Signal)
IO-Link, duración mínima de los ciclos	[ms]	2,3
IO-Link, memoria de datos necesaria		2 kB

Electrónica

Margen de tensión de funcionamiento	[V]	10 ... 30
Rizado residual	[%]	10
Corriente sin carga	[mA]	25
Función de temporizador		A través de IO-Link
Resistencia a cortocircuitos		Pulsante
Protección contra inversión de polaridad		Para todas las conexiones eléctricas

Electromecánica

Conexión eléctrica 1	
Esquema de conexiones	
Tipo de conexión	Conector
Tecnología de conexión	M8x1, codificación A según EN 61076-2-104
Número de contactos/hilos	3
Material de los contactos crimp	Latón chapado en oro

Mecánica	
Tipo de fijación	Roscada con taladro pasante para tornillo M3
Par de apriete [Nm]	0,8
Posición de montaje	Indistinta
Peso del producto [g]	10
Material de la carcasa	PMMA
	PC

Indicación y manejo	
Opciones de ajuste	Teach-in
	Potenciómetro
	IO-Link
Límite inferior del margen de ajuste [mm]	75
Límite superior del margen de ajuste [mm]	1000
Indicación de dispuesto para el funcionamiento	LED verde
Indicación de estado de conmutación	LED amarillo

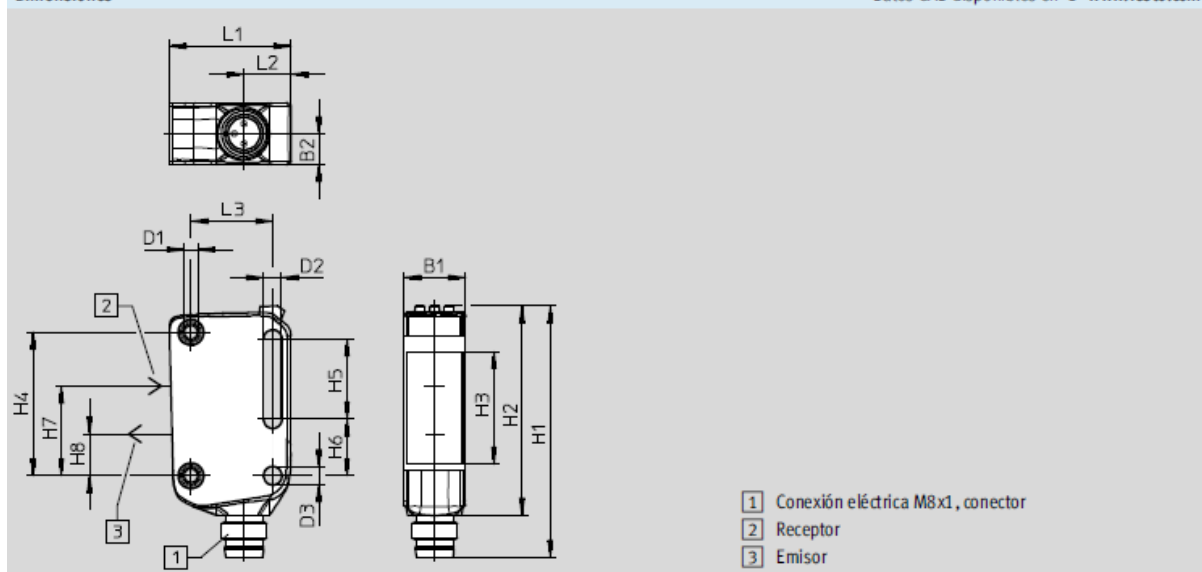
Inmisiones y emisiones	
Grado de protección	IP65, IP67, IP69K
Clase de protección láser	-
Tensión de aislamiento [V]	500
Resistencia al impulso de tensión [kV]	1
Grado de ensuciamiento	3
Clase de resistencia a la corrosión CRC ¹⁾	1

1) Clase de resistencia a la corrosión CRC 1 según norma de Festo FN 940070

Componentes con poco riesgo de corrosión. Aplicación en interiores secos, como la protección para el almacenamiento o el transporte. Relativo también a piezas cubiertas con una tapa en zonas interiores que no son visibles u otras piezas aisladas en la aplicación (p. ej., ejes de accionamiento).


Dimensiones

Datos CAD disponibles en → www.festo.com



Código del producto	B1	B2	D1	D2	D3 Ø	H1	H2	H3
SOOE-DS-R-PNLK-T	11	5,5	M3	3,2	3,2	44,5	37,1	20

Código del producto	H4	H5	H6	H7	H8	L1	L2	L3
SOOE-DS-R-PNLK-T	25,4	14,2	10	15,9	7,4	21,5	8,3	14,5

Referencias de pedido		Nº art.	Código del producto
	Sensor de reflexión directa	8075663	S00E-DS-R-PNLK-T

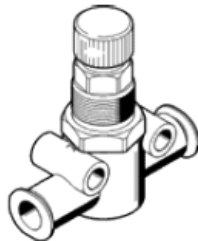
3.2.6. VÁLVULA REGULADORA DE CAUDAL

válvula estranguladora
GRO-QS-6

Número de artículo: 193973

FESTO

sin función antirretorno.



Hoja de datos

Característica	Valor
Función de las válvulas	Función de estrangulamiento
Conexión neumática 1	QS-6
Conexión neumática 2	QS-6
Elemento de ajuste	Tornillo moleteado
Tipo de fijación	a elegir: Montaje en panel frontal con taladro pasante con accesorios
Caudal nominal normal en sentido de la estrangulación	245 l/min
Caudal nominal normal en el sentido del antirretorno	430 l/min
Presión de funcionamiento	0 ... 10 bar
Temperatura ambiente	-10 ... 60 °C
Material de la carcasa	PA reforzado
Posición de montaje	indistinto
Fluido	Aire comprimido según ISO 8573-1:2010 [7:4:4]
Indicación sobre los fluidos de funcionamiento y de mando	Opción de funcionamiento con lubricación (necesaria en otro modo de funcionamiento)
Temperatura del medio	-10 ... 60 °C
Peso del producto	22 g
Indicación sobre el material	Conforme con RoHS
Material de las juntas	NBR
Material del anillo extractor	POM
Material del tornillo de regulación	Acero de aleación fina

3.2.7. VARIADOR SIEMENS MICROMASTER 420

Edición B1

7 MICROMASTER 420 Especificaciones

Tabla 7-1 Características del MICROMASTER 420

Característica	Especificación
Tensión de red en servicio y Márgenes de potencia	1 AC 200 V a 240 V \pm 10 % 0,12 kW – 3,0 kW (0,16 hp – 4,0 hp) 3 AC 200 V a 240 V \pm 10 % 0,12 kW – 5,5 kW (0,16 hp – 7,5 hp) 3 AC 380 V a 480 V \pm 10 % 0,37 kW – 11,0 kW (0,50 hp – 15,0 hp)
Frecuencia de entrada	47 Hz a 63 Hz
Frecuencia de salida	0 Hz a 650 Hz
Factor de potencia	\geq 0,7
Rendimiento del convertidor	96 % a 97 %
Capacidad de sobrecarga	50 % de sobrecarga durante 60 s en un periodo de 5 min referido a la corriente nominal de salida
Corriente al conectar	Inferior a la corriente nominal de entrada
Método de control	Control V/f lineal; Control V/f lineal con Flux Current Control (FCC); U Control V/f cuadrático; Control V/f multipunto
Frecuencia de pulsación	2 kHz a 16 kHz (en pasos de 2 kHz)
Frecuencias fijas	7, parametrizable
Frecuencias inhibibles	4, parametrizable
Resolución de consigna	0,01 Hz digital, 0,01 Hz serie, 10 bits analógica (potenciómetro motorizado 0.1 Hz [0.1% (en modo PID)])
Entradas digitales	3, parametrizable (líbre de potencial), conmutables entre activa con high/activa con low (PNP/NPN)
Entrada analógica	1, para valor de consigna o entrada PI (0 V a 10 V, escalable o utilizable como 4ª entrada digital)
Salida de relé	1, parametrizable DC 30 V / 5 A (carga resistiva), AC 250 V / 2 A (carga inductiva)
Salida analógica	1, parametrizable (0 mA a 20 mA)
Interface serie	RS-485, opción RS-232
Compatibilidad electromagnética	Filtros EMC opcionales según EN55011, clase A o B, también hay disponibles filtros clase A internos
Frenado	Frenado por inyección de c.c., frenado combinado
Grado de protección	IP20
Margen de temperatura	-10 °C a +50 °C (-14 °F a 122 °F)
Temperatura almacenamiento	-40 °C a +70 °C (-40 °F a 158 °F)
Humedad relativa	< 95 % (sin condensación)
Altitud de operación	hasta 1000 m sobre el nivel del mar sin necesidad de reducción de potencia
Características de protección	Mínima tensión, sobretensión, sobrecarga, defecto a tierra, cortocircuito, protección basculante, protección de bloqueo del motor, sobretemperatura en motor, sobretemperatura en convertidor, bloqueo de parámetros
Normas	UL, cUL, CE, C-tick
Marcado CE	de acuerdo con las directivas europeas "Baja tensión" 73/23/CEE y "Compatibilidad electromagnética" 89/336/CEE

Tabla 7-2 Pares de apriete para las conexiones de potencia

Tamaño constructivo		A	B	C
Par de apriete	[Nm]	1,1	1,5	2,25
	[lbf.in]	10	13,3	20

Tabla 7-3 Especificaciones del MICROMASTER 420

A fin de lograr una instalación que cumpla con las normas UL es necesario usar fusibles de la gama SITOP con la corriente nominal apropiada.

Margen de tensión de entrada 1 AC 200 V – 240 V, $\pm 10\%$
(con filtro integrado Clase A)

Referencia	6SE6420-2AA0	2AB11-5AA0	2AB12-7AA0	2AB15-5AA0	2AB17-5AA0	2AB21-1BA0	2AB21-5BA0	2AB22-2BA0	2AB23-0CA0
Potencia nominal del motor	[kW] [hp]	0,12 0,16	0,25 0,33	0,37 0,5	0,55 0,75	0,75 1,0	1,1 1,5	2,2 3,0	3,0 4,0
Potencia de salida	[kVA]	0,4	0,7	1,0	1,3	1,7	2,4	3,2	4,6
Máxima corriente de salida	[A]	0,9	1,7	2,3	3,0	3,9	5,5	7,4	10,4
Corriente de entrada	[A]	2	4	5,5	7,5	9,9	14,4	19,6	26,4
Fusible recomendado	[A]	10	10	10	10	16	20	20	25
		3NA3803	3NA3803	3NA3803	3NA3803	3NA3805	3NA3807	3NA3807	3NA3810
Sección mínima cable de entrada	[mm ²] [awg]	1,0 17	1,0 17	1,0 17	1,0 17	1,0 17	2,5 15	2,5 15	4,0 11
Sección máxima cable de entrada	[mm ²] [awg]	2,5 13	2,5 13	2,5 13	2,5 13	2,5 13	6,0 9	6,0 9	10,0 7
Sección mínima cable de salida	[mm ²] [awg]	1,0 17	1,0 17	1,0 17	1,0 17	1,0 17	1,0 17	1,0 17	1,5 15
Sección máxima cable de salida	[mm ²] [awg]	2,5 13	2,5 13	2,5 13	2,5 13	2,5 13	6,0 9	6,0 9	10,0 7
Peso	[kg] [lbs]	1,2 2,6	1,2 2,6	1,2 2,6	1,3 2,9	1,3 2,9	3,3 7,3	3,6 7,9	5,2 11,4
Dimensiones	Ancho [mm]	73,0	73,0	73,0	73,0	73,0	149,0	149,0	185,0
	Alto [mm]	173,0	173,0	173,0	173,0	173,0	202,0	202,0	245,0
	Prof. [mm]	149,0	149,0	149,0	149,0	149,0	172,0	172,0	195,0
Dimensiones	Ancho [pulg.]	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87	5,87	5,87	7,28
	Alto [pulg.]	6,81	6,81	6,81	6,81	6,81	7,95	7,95	9,65
	Prof. [pulg.]	5,87	5,87	5,87	5,87	5,87	6,77	6,77	7,68

Margen de tensión de entrada 3 AC 200 V – 240 V, $\pm 10\%$
(con filtro integrado Clase A)

Referencia	6SE6420-2AA0	2AC23-0CA0	2AC24-0CA0	2AC25-5CA0
Potencia nominal del motor	[kW] [hp]	3,0 4,0	4,0 5,0	5,5 7,5
Potencia de salida	[kVA]	6,0	7,7	9,6
Máxima corriente de salida	[A]	13,6	17,5	22,0
Corriente de entrada	[A]	15,6	19,7	26,3
Fusible recomendado	[A]	25	32	35
		3NA3810	3NA3812	3NA3814
Sección mínima cable de entrada	[mm ²] [awg]	2,5 13,0	2,5 13,0	4,0 11,0
Sección máxima cable de entrada	[mm ²] [awg]	10,0 7,0	10,0 7,0	10,0 7,0
Sección mínima cable de salida	[mm ²] [awg]	1,5 15,0	2,5 13,0	4,0 11,0
Sección máxima cable de salida	[mm ²] [awg]	10,0 7,0	10,0 7,0	10,0 7,0
Peso	[kg] [lbs]	5,2 11,4	5,7 12,5	5,7 12,5
Dimensiones	Ancho [mm]	185,0	185,0	185,0
	Alto [mm]	245,0	245,0	245,0
	Prof. [mm]	195,0	195,0	195,0
Dimensiones	Ancho [pulg.]	7,28	7,28	7,28
	Alto [pulg.]	9,65	9,65	9,65
	Prof. [pulg.]	7,68	7,68	7,68

Margen de tensión de entrada 1 AC / 3 AC 200 V – 240 V, ± 10 %
(sin filtro)

Referencia	6SE6420-	2UC11-2AA0	2UC12-5AA0	2UC13-7AA0	2UC15-5AA0	2UC17-5AA0	2UC21-1BA0	2UC21-5BA0	2UC22-2BA0	2UC23-0CA0
Potencia nominal del motor	[kW] [hp]	0,12 0,16	0,25 0,33	0,37 0,5	0,55 0,75	0,75 1,0	1,1 1,5	1,5 2,0	2,2 3,0	3,0 4,0
Potencia de salida	[kVA]	0,4	0,7	1,0	1,3	1,7	2,4	3,2	4,6	6,0
Máxima corriente de salida	[A]	0,9	1,7	2,3	3	3,9	5,5	7,4	10,4	13,6
Corriente de entrada, 3 AC	[A]	0,7	1,7	2,4	3,1	4,3	6,2	8,3	11,3	15,6
Fusible recomendado	[A]	10	10	10	10	10	16	16	20	25
		3NA3803	3NA3803	3NA3803	3NA3803	3NA3803	3NA3806	3NA3806	3NA3807	3NA3810
Corriente de entrada, 1 AC	[A]	2	4	5,5	7,5	9,9	14,4	19,6	26,4	35,5
Fusible recomendado	[A]	10	10	10	10	16	20	20	25	32
		3NA3803	3NA3803	3NA3803	3NA3803	3NA3806	3NA3807	3NA3807	3NA3810	3NA3812
Sección mínima cable de entrada	[mm ²] [awg]	1,0 17	1,0 17	1,0 17	1,0 17	1,0 17	1,0 17	1,0 17	1,0 17	2,5 13
Sección máxima cable de entrada	[mm ²] [awg]	2,5 13	2,5 13	2,5 13	2,5 13	2,5 13	6,0 9	6,0 9	6,0 9	10,0 7
Sección mínima cable de salida	[mm ²] [awg]	1,0 17	1,0 17	1,0 17	1,0 17	1,0 17	1,0 17	1,0 17	1,0 17	1,5 15
Sección máxima cable de salida	[mm ²] [awg]	2,5 13	2,5 13	2,5 13	2,5 13	2,5 13	6,0 9	6,0 9	6,0 9	10,0 7
Peso	[kg] [lbs]	1,2 2,6	1,2 2,6	1,2 2,6	1,2 2,6	1,2 2,6	2,9 6,4	2,9 6,4	3,1 6,8	5,2 11,4
Dimensiones	Ancho [mm]	73,0	73,0	73,0	73,0	73,0	149,0	149,0	149,0	185,0
	Alto [mm]	173,0	173,0	173,0	173,0	173,0	202,0	202,0	202,0	245,0
	Prof. [mm]	149,0	149,0	149,0	149,0	149,0	172,0	172,0	172,0	195,0
	Ancho [pulg.]	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87	5,87	5,87	5,87	7,28
	Alto [pulg.]	6,81	6,81	6,81	6,81	6,81	7,95	7,95	7,95	9,65
	Prof. [pulg.]	5,87	5,87	5,87	5,87	5,87	6,77	6,77	6,77	7,68

Margen de tensión de entrada 3 AC 200 V – 240 V, ± 10 %
(sin filtro)

Referencia	6SE6420-	2UC24-0CA0	2UC25-5CA0
Potencia nominal del motor	[kW] [hp]	4,0 5,0	5,5 7,5
Potencia de salida	[kVA]	7,7	9,6
Máxima corriente de salida	[A]	17,5	22
Corriente de entrada	[A]	19,7	26,3
Fusible recomendado	[A]	32	35
		3NA3812	3NA3814
Sección mínima cable de entrada	[mm ²] [awg]	2,5 13,0	4,0 11,0
Sección máxima cable de entrada	[mm ²] [awg]	10,0 7,0	10,0 7,0
Sección mínima cable de salida	[mm ²] [awg]	2,5 13,0	4,0 11,0
Sección máxima cable de salida	[mm ²] [awg]	10,0 7,0	10,0 7,0
Peso	[kg] [lbs]	5,5 12,1	5,5 12,1
Dimensiones	Ancho [mm]	185,0	185,0
	Alto [mm]	245,0	245,0
	Prof. [mm]	195,0	195,0
	Ancho [pulg.]	7,28	7,28
	Alto [pulg.]	9,65	9,65
	Prof. [pulg.]	7,68	7,68

**Margen de tensión de entrada 3 AC 380 V – 480 V, ± 10 %
(con filtro integrado Clase A)**

Referencia	6SE6420-	2AD22-2BA0	2AD23-0BA0	2AD24-0BA0	2AD25-SCA0	2AD27-SCA0	2AD31-1CA0
Potencia nominal del motor	[kW] [hp]	2,2 3,0	3,0 4,0	4,0 5,0	5,5 7,5	7,5 10,0	11,0 15,0
Potencia de salida	[kVA]	4,5	5,9	7,8	10,1	14,0	19,8
Máxima corriente de salida	[A]	5,9	7,7	10,2	13,2	18,4	26,0
Corriente de entrada	[A]	7,5	10	12,8	17,3	23,1	33,8
Fusible recomendado	[A]	16	16	20	20	25	35
		3NA3806	3NA3806	3NA3807	3NA3807	3NA3810	3NA3814
Sección mínima cable de entrada	[mm ²] [awg]	1,0 17	1,0 17	1,5 15	2,5 13	4,0 11	6,0 9
Sección máxima cable de entrada	[mm ²] [awg]	6,0 9	6,0 9	6,0 9	10,0 7	10,0 7	10,0 7
Sección mínima cable de salida	[mm ²] [awg]	1,0 17	1,0 17	1,0 17	1,5 15	2,5 13	4,0 11
Sección máxima cable de salida	[mm ²] [awg]	6,0 9	6,0 9	6,0 9	10,0 7	10,0 7	10,0 7
Peso	[kg] [lbs]	3,1 6,8	3,3 7,3	3,3 7,3	5,4 11,9	5,7 12,5	5,7 12,5
Dimensiones	Ancho [mm]	149,0	149,0	149,0	185,0	185,0	185,0
	Alto [mm]	202,0	202,0	202,0	245,0	245,0	245,0
	Prof. [mm]	172,0	172,0	172,0	195,0	195,0	195,0
	Ancho [pulg.]	5,87	5,87	5,87	7,28	7,28	7,28
	Alto [pulg.]	7,95	7,95	7,95	9,65	9,65	9,65
	Prof. [pulg.]	6,77	6,77	6,77	7,68	7,68	7,68

**Margen de tensión de entrada 3 AC 380 V – 480 V, ± 10 %
(sin filtro)**

Referencia	6SE6420-	2UD15-7AA0	2UD16-6AA0	2UD17-6AA0	2UD21-1AA0	2UD21-6AA0	2UD22-2BA0	2UD23-0BA0	2UD24-0BA0	2UD26-6CA0	2UD27-6CA0	2UD31-1CA0
Potencia nominal del motor	[kW] [hp]	0,37 0,5	0,55 0,75	0,75 1,0	1,1 1,5	1,5 2,0	2,2 3,0	3,0 4,0	4,0 5,0	5,5 7,5	7,5 10,0	11,0 15,0
Potencia de salida	[kVA]	0,9	1,2	1,6	2,3	3,0	4,5	5,9	7,8	10,1	14,0	19,8
Máxima corriente de salida	[A]	1,2	1,6	2,1	3,0	4,0	5,9	7,7	10,2	13,2	18,4	26,0
Corriente de entrada	[A]	1,6	2,1	2,8	4,2	5,8	7,5	10,0	12,8	17,3	23,1	33,8
Fusible recomendado	[A]	10	10	10	10	10	16	16	20	20	25	32
		3NA3803	3NA3803	3NA3803	3NA3803	3NA3803	3NA3806	3NA3806	3NA3807	3NA3807	3NA3810	3NA3814
Sección mínima cable de entrada	[mm ²] [awg]	1,0 17	1,0 17	1,0 17	1,0 17	1,0 17	1,0 17	1,0 17	1,5 15	2,5 13	4,0 11	6,0 9
Sección máxima cable de entrada	[mm ²] [awg]	2,5 13	2,5 13	2,5 13	2,5 13	2,5 13	6,0 9	6,0 9	6,0 9	10,0 7	10,0 7	10,0 7
Sección mínima cable de salida	[mm ²] [awg]	1,0 17	1,0 17	1,0 17	1,0 17	1,0 17	1,0 17	1,0 17	1,0 17	1,5 15	2,5 13	4,0 11
Sección máxima cable de salida	[mm ²] [awg]	2,5 13	2,5 13	2,5 13	2,5 13	2,5 13	6,0 9	6,0 9	6,0 9	10,0 7	10,0 7	10,0 7
Peso	[kg] [lbs]	1,3 2,9	1,3 2,9	1,3 2,9	1,3 2,9	1,3 2,9	3,1 6,8	3,3 7,3	3,3 7,3	5,2 11,4	5,5 12,1	5,5 12,1
Dimensiones	Ancho [mm]	73,0	73,0	73,0	73,0	73,0	149,0	149,0	149,0	185,0	185,0	185,0
	Alto [mm]	173,0	173,0	173,0	173,0	173,0	202,0	202,0	202,0	245,0	245,0	245,0
	Prof. [mm]	149,0	149,0	149,0	149,0	149,0	172,0	172,0	172,0	195,0	195,0	195,0
	Ancho [pulg.]	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87	5,87	5,87	5,87	7,28	7,28	7,28
	Alto [pulg.]	6,81	6,81	6,81	6,81	6,81	7,95	7,95	7,95	9,65	9,65	9,65
	Prof. [pulg.]	5,87	5,87	5,87	5,87	5,87	6,77	6,77	6,77	7,68	7,68	7,68

3.2.8. CILINDROS DSNU FESTO

Cilindros redondos DSNU

Hoja de datos

FESTO

Funcionamiento
Amortiguación P



Amortiguación PPV



Amortiguación PPS



- Ø - Diámetro
8 ... 25 mm
ISO 6432
- Ø - Diámetro
32 ... 63 mm
- l - Carrera
1 ... 500 mm



Datos técnicos generales											
Diámetro del émbolo	8	10	12	16	20	25	32	40	50	63	
Norma aplicable	Según ISO 6432						-				
Conexión neumática	M5	M5	M5	M5	G1/8	G1/8	G1/8	G1/4	G1/4	G3/8	
Rosca del vástago	M4	M4	M6	M6	M8	M10x1,25	M10x1,25	M12x1,25	M16x1,5	M16x1,5	
Carrera ¹⁾	[mm]	1 ... 100		1 ... 200		1 ... 320		1 ... 500			
Construcción	Émbolo / Vástago / Camisa del cilindro										
Amortiguación											
DSNU-...-P	Anillos y discos elásticos en ambos lados										
DSNU-...-PPV	-		Amortiguación regulable en ambos lados								
DSNU-...-PPS	-			Amortiguación autorregulable en ambos lados							
Carrera de amortiguación											
DSNU-...-PPV	[mm]	-		9	12	15	17	14	18	20	21
DSNU-...-PPS	[mm]	-		12		15	17	14	18	20	21
Detección de posiciones	Para detectores de posición										
Tipo de fijación	Montaje directo (sólo variante MH)										
	Con accesorios										
Posición de montaje	Indistinta										

1) Los cilindros con detección de posiciones deben tener, como mínimo, una carrera de 10 mm para que la detección sea fiable.
Carreras más largas sobre demanda.
- Importante: Este producto cumple con los estándares ISO 1179-1 e ISO 228-1

Condiciones de funcionamiento y del entorno												
Diámetro del émbolo	8	10	12	16	20	25	32	40	50	63		
Fluido de trabajo	Aire comprimido según ISO 8573-1:2010 [7:4:4]											
Nota sobre el fluido de trabajo/mando	Es posible el funcionamiento con aire comprimido lubricado (lo cual requiere seguir utilizando aire lubricado)											
Presión de funcionamiento												
DSNU-... [bar]	1,5 ... 10 ¹⁾			1 ... 10								
DSNU-...-S10 [bar]	-		1,5 ... 10		1 ... 10			0,5 ... 10		0,4 ... 10		
DSNU-...-S11 [bar]	-		0,45 ... 10		0,3 ... 10			0,2 ... 10				
DSNU-...-A6 [bar]	-							2 ... 10				
Temperatura ambiente ²⁾												
DSNU-... [°C]	-20 ... +80											
DSNU-...-S6 [°C]	0 ... +120											
DSNU-...-S10 [°C]	+5 ... +80											
DSNU-...-S11 [°C]	+5 ... +80											
DSNU-...-R3 [°C]	-20 ... +80											
DSNU-...-S6-A6 [°C]	-							0 ... +120				
Clase de resistencia a la corrosión ³⁾												
DSNU-... [°C]	2											
DSNU-...-R3 [°C]	3											
Clasificación marítima ⁴⁾												
DSNU-...-P	Véase certificado							-				
DSNU-...-PPV	Véase certificado							-				

1) Con DSNU-12-...-PPV (amortiguación regulable en ambos lados): 2 ... 10 bar

2) Tener en cuenta el margen de aplicación de los sensores de proximidad

3) Clase de resistencia a la corrosión CRC 2 según norma de Festo FN 940070

Componentes con moderado riesgo de corrosión. Aplicación en interiores en caso de condensación. Piezas exteriores visibles con características esencialmente decorativas en la superficie que están en contacto directo con atmósferas habituales en entornos industriales.

Clase de resistencia a la corrosión CRC 3 según norma de Festo FN 940070

Alto riesgo de corrosión. Exposición a la intemperie bajo condiciones corrosivas moderadas. Piezas exteriores visibles en contacto directo con atmósferas habituales en entornos industriales y con características principalmente funcionales en la superficie.

4) Más información www.festo.com/sp → Certificados.

ATEX ¹⁾	
ATEX, categoría gas	II 2G
Protección contra explosiones por encendido, gas	c T4
ATEX, categoría polvo	II 2D
Protección contra explosiones por encendido, polvo	c 120°C
Temperatura ambiente con peligro de explosión	—20°C ≤ Ta ≤ +60°C
Marcado CE (consultar declaración de conformidad)	Según directiva de protección contra explosiones de la UE (ATEX)

1) Tener en cuenta la certificación ATEX de los accesorios

Velocidad [mm/s]								
Diámetro del émbolo		16	20	25	32	40	50	63
Velocidad con movimiento S10 sin tirones, posición horizontal, sin carga, con 6 bar		10 ... 100			8 ... 100			5 ... 100
Velocidad mínima en avance S11		2,7	5,3	<1 ¹⁾				
Velocidad mínima en retroceso S11		3,2	4,7	<1 ¹⁾				

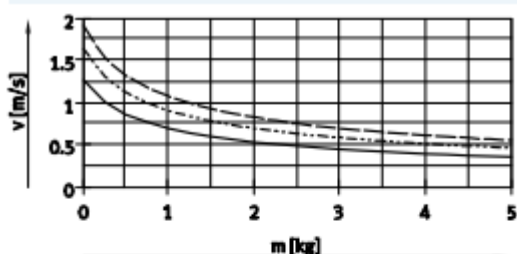
1) No se efectuaron medidas con velocidades inferiores a 1 mm/s.

Fuerzas [N] y energía de impacto [J]		8	10	12	16	20	25	32	40	50	63
Diámetro del émbolo											
Fuerza teórica con 6 bar en avance		30	47	68	121	189	295	483	753	1178	1870
Fuerza teórica con 6 bar en retroceso		23	40	51	104	158	247	415	633	990	1682
Energía de impacto en las posiciones finales con amortiguación P ¹⁾		0,03	0,05	0,07	0,15	0,20	0,30	0,40	0,70	1,00	1,30

1) A una temperatura ambiente de 80 °C disminuyen los valores en aproximadamente 50%.

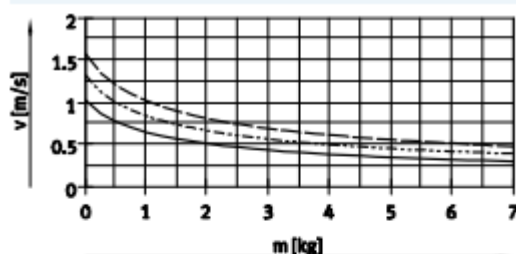
La velocidad media del émbolo v depende de la masa adicional m en combinación con la amortiguación PPS

Diámetro del émbolo 16



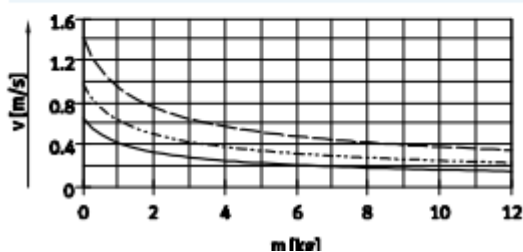
— DSNU-16-50
 - - - DSNU-16-100
 - · - DSNU-16-200

Diámetro del émbolo 20



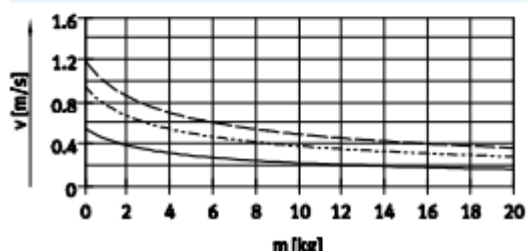
— DSNU-20-50
 - - - DSNU-20-100
 - · - DSNU-20-200

Diámetro del émbolo 25



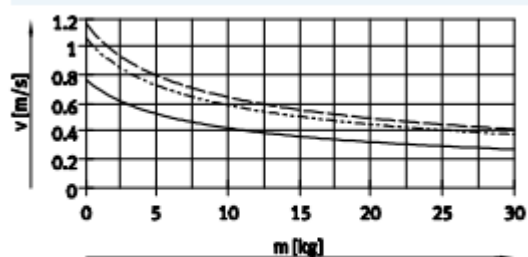
— DSNU-25-50
 - - - DSNU-25-100
 - · - DSNU-25-200

Diámetro del émbolo 32



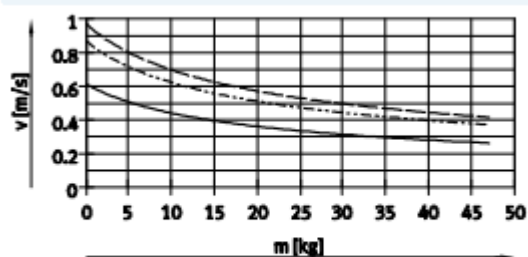
— DSNU-32-50
 - - - DSNU-32-100
 - · - DSNU-32-200

Diámetro del émbolo 40



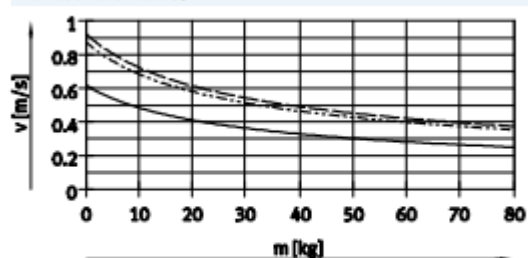
— DSNU-40-50
 - - - DSNU-40-100
 - · - DSNU-40-200

Diámetro del émbolo 50



— DSNU-50-50
 - - - DSNU-50-100
 - · - DSNU-50-200

Diámetro del émbolo 63



— DSNU-63-50
 - - - DSNU-63-100
 - · - DSNU-63-200

· · Importante

Software de configuración
 para amortiguación P
 para amortiguación PPV
 → ProDrive

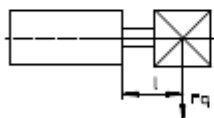
Más diagramas
 de la amortiguación PPS
 → www.festo.com

· · Importante

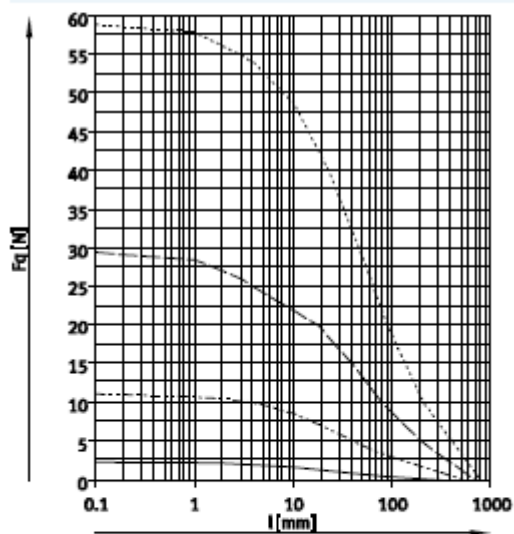
Velocidad media del émbolo
 Carrera / Tiempo de movimiento.

Pesos [g]										
Diámetro del émbolo	8	10	12	16	20	25	32	40	50	63
Peso con carrera de 0 mm	34,6	37,3	75	89,9	186,8	238	370,5	661	1087	1445
Peso adicional por 10 mm de carrera	2,4	2,7	4	4,6	7,2	11	15,5	24	40	44
Masa en movimiento con carrera de 0 mm	7,5	8,5	18,5	23	44	71	121	230	413	459
Masa en movimiento por 10 mm de carrera	1	1	2	2	4	6	9	16	25	25

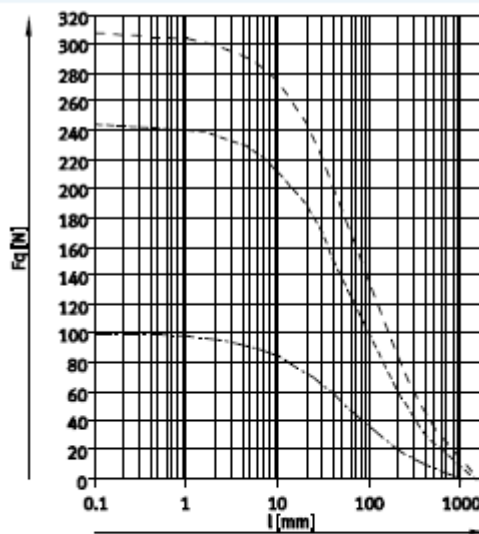
Fuerza transversal F_q máx. en función del saliente l



DSNU-...



— \varnothing 8/10
 - - - \varnothing 12/16
 — \varnothing 20
 - - - \varnothing 25



— \varnothing 32
 - - - \varnothing 40
 - - - \varnothing 50/63

3.2.9. CILINDROS DSBC FESTO

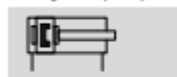
Cilindros normalizados DSBC, ISO 15552

Hoja de datos

FESTO

Función

Amortiguación por topes elásticos



Amortiguación PPV



Amortiguación PPS



DIN



- Ø - Diâmetro
32 ... 125 mm

- Carrera
1 ... 2800 mm

 www.festo.com

Especificaciones técnicas generales							
Diámetro del émbolo	32	40	50	63	80	100	125
Forma constructiva	Émbolo/vástago/tubo perfilado						
Conexión neumática	Doble efecto						
Toma de pilotaje							
DSBC-...	G1/8	G1/4	G1/4	G3/8	G3/8	G1/2	G1/2
DSBC-...-C	M5	G1/8	G1/8	G1/8	G1/8	G1/8	G1/8
Rosca del vástago	M10x1,25	M12x1,25	M16x1,5	M16x1,5	M20x1,5	M20x1,5	M27x2
Carrera							
DSBC-... (mm)	1 ... 2800						
DSBC-...-Q (mm)	1 ... 1500						
DSBC-...-L1 (mm)	10 ... 1000						
DSBC-...-C (mm)	10 ... 2000						
DSBC-...-E1/-E2/-E3 (mm)	10 ... 2000						
DSBC-...-P2 (mm)	10 ... 500						
DSBC-...-E (mm)	1 ... 2000						
DSBC-...-L (mm)	1 ... 2000						
Amortiguación							
DSBC-...-P	Amortiguación por topes elásticos/placa a ambos lados						
DSBC-...-PPV	Amortiguación neumática regulable en ambos lados						
DSBC-...-PPS	Amortiguación neumática autorregulable en ambos lados						
Carrera de amortiguación							
DSBC-...-PPV (mm)	17	19	22	22	31	31	45
DSBC-...-E1/-E2/-E3 (mm)	17	19	15	15	15	15	-
Detección de la posición	Para sensores de proximidad						
Tipo de fijación	Con rosca interior/accesorios						
Posición de montaje	Indistinto						

Condiciones de funcionamiento y condiciones del entorno									
Diámetro del émbolo		32	40	50	63	80	100	125	
Medio de funcionamiento		Aire comprimido según ISO 8573-1:2010 [7:4:4]							
Nota sobre el fluido de trabajo/mando		Admite aire comprimido lubricado (lo que requiere seguir utilizando aire lubricado)							
Presión de trabajo									
DSBC-...	[bar]	0,6 ... 12			0,4 ... 12			0,2 ... 10	
DSBC-...-L ¹⁾	[bar]	0,3 ... 12		0,25 ... 12			0,2 ... 12	0,15 ... 12	
DSBC-...-U ¹⁾	[bar]	0,1 ... 12				0,05 ... 12		0,05 ... 10	
DSBC-...-L1 ¹⁾	[bar]	0,3 ... 12		0,25 ... 12			0,2 ... 12	0,15 ... 12	
DSBC-...-C ²⁾	[bar]	1,5 ... 10							
DSBC-...-E1/-E2/-E3	[bar]	2,5 ... 12			1,5 ... 12			-	
DSBC-...-T3/-A2	[bar]	1 ... 12							1 ... 10
DSBC-...-A3	[bar]	1,5 ... 12			1 ... 12	0,6 ... 12		0,6 ... 10	
DSBC-...-A6	[bar]	2 ... 12		1,5 ... 12			1,5 ... 10		
Temperatura ambiente ³⁾									
DSBC-...	[°C]	-20 ... +80							
DSBC-...-L/-U	[°C]	+5 ... +80							
DSBC-...-L1	[°C]	0 ... +60							
DSBC-...-A1	[°C]	0 ... +80							
DSBC-...-A6	[°C]	-20 ... +80							
DSBC-...-T1-A6	[°C]	0 ... +120							
DSBC-...-T3-A6	[°C]	-40 ... +80							
DSBC-...-T4-A6	[°C]	0 ... +150							
DSBC-...-C	[°C]	-10 ... +80							
DSBC-...-T1	[°C]	0 ... +120							
DSBC-...-T3	[°C]	-40 ... +80							
DSBC-...-T4	[°C]	0 ... +150							
DSBC-...-P2	[°C]	-10 ... +80						-	
DSBC-...-EX4	[°C]	-20 ... +60							
Clase de resistencia a la corrosión CRC									
DSBC-...		2 ⁴⁾							
DSBC-...-R3		3 ⁵⁾							

1) Los valores son válidos para las cámaras de 500 mm y después de 10 cámaras dobles.

En combinación con la amortiguación PPV/PPS, los datos solo son válidos fuera de la amortiguación

2) Prestar atención a la presión mín. de liberación → página 19

3) Tener en el margen de aplicación de los detectores de proximidad

4) Clase de resistencia a la corrosión CRC 2 según norma de Festo FN 940070

Componentes con moderado riesgo de corrosión. Aplicación en interiores en caso de condensación. Piezas exteriores visibles con características esencialmente decorativas en la superficie que están en contacto directo con atmósferas habituales en entornos industriales.

5) Clase de resistencia a la corrosión CRC 3 según norma de Festo FN 940070

Alto riesgo de corrosión. Exposición a la intemperie bajo condiciones corrosivas moderadas. Piezas exteriores visibles en contacto directo con atmósferas habituales en entornos industriales y con características principalmente funcionales en la superficie.

Pesos [g]							
Diámetro del émbolo	32	40	50	63	80	100	125
DSBC-...							
Peso con carrera de 0 mm	465	740	1190	1740	2660	3665	6611
Peso adicional por cada 10 mm de carrera	27	37	56	62	92	101	151
Masa en movimiento con carrera de 0 mm	110	205	365	430	810	1000	2245
Masa en movimiento por 10 mm de carrera	9	16	25	25	39	39	63
DSBC-...-Q							
Peso con carrera de 0 mm	503	755	1241	1821	2717	3827	—
Peso adicional por cada 10 mm de carrera	25	30	51	57	87	95	—
Masa en movimiento con carrera de 0 mm	115	170	332	391	757	890	—
Masa en movimiento por 10 mm de carrera	8	11	20	20	31	31	—
DSBC-...-C							
Peso con carrera de 0 mm	745	1175	1940	2920	5075	6965	12860
Peso adicional por cada 10 mm de carrera	25	35	56	62	95	103	151
Masa en movimiento con carrera de 0 mm	160	290	540	620	1200	1425	3035
Masa en movimiento por 10 mm de carrera	9	16	25	25	39	39	63
DSBC-...-E1/-E2/-E3							
Peso con carrera de 0 mm							
DSBC-...-E1	505	780	1312	1862	3018	4023	—
DSBC-...-E2	485	760	1251	1801	2839	3844	—
DSBC-...-E3	485	760	1251	1801	2839	3844	—
Peso adicional por cada 10 mm de carrera	27	37	56	62	92	101	—
Masa en movimiento con carrera de 0 mm	110	205	365	430	810	1000	—
Masa en movimiento por 10 mm de carrera	9	16	25	25	39	39	—
DSBC-...-T							
Peso con carrera de 0 mm	581	924	1523	2103	3243	4353	7450
Peso adicional por cada 10 mm de carrera	34	50	81	86	133	141	214
Masa en movimiento con carrera de 0 mm	181	339	613	684	1292	1516	3084
Masa en movimiento por 10 mm de carrera	18	32	50	50	78	78	126

ATEX ¹⁾	
ATEX, categoría gas	II 2G
Protección antideflagrante para gas	Ex h IIC T4 Gb
ATEX, categoría polvo	II 2D
Tipo de protección contra explosión, polvo	Ex h IIIC T120°C Db
Temperatura ambiente con peligro de explosión	-20 °C ≤ Ta ≤ +60 °C
Marcado CE (ver declaración de conformidad)	Según la directiva de protección contra explosiones de la UE (ATEX)

1) Tener en cuenta la certificación ATEX de los accesorios.

Fuerzas [N] y energía del impacto [J]							
Diámetro del émbolo	32	40	50	63	80	100	125
Fuerza teórica con 6 bar, avance	483	754	1178	1870	3016	4712	7363
Fuerza teórica con 6 bar, retroceso	415	633	990	1682	2721	4418	6881
Energía máx. de impacto en las posiciones finales							
DSBC-...	0,4 ¹⁾	0,7	1,0	1,3	1,8	2,5	3,3
DSBC-...-L/-U/-T1/-T3/-T4	0,2 ¹⁾	0,35	0,5	0,65	0,9	1,25	1,65
DSBC-...-L1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,9	1,25	1,65

1) En combinación con el kit de brida basculante DAMT, la energía máx. de impacto admisible es de 0,1 J.

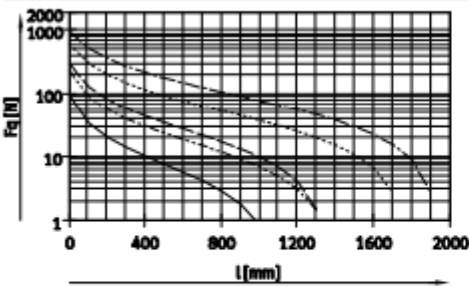
Velocidad de impacto admisible:
$$v_{adm} = \sqrt{\frac{2 \times E_{adm.}}{m_{propia} + m_{carga}}}$$

Masa máxima admisible:
$$m_{carga} = \frac{2 \times E_{adm.}}{v^2} - m_{propia}$$

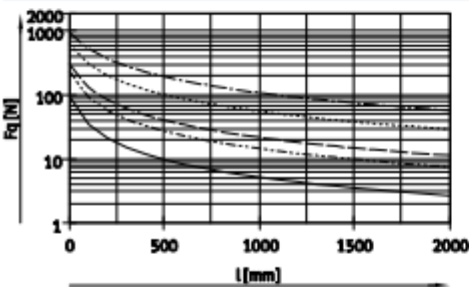
$v_{adm.}$ Velocidad de impacto adm.
 $E_{adm.}$ Energía máx. del impacto
 m_{propia} Masa en movimiento (actuador)
 m_{carga} Carga útil móvil

Fuerza transversal F_q máx. en función de la carrera l

Montaje horizontal



Montaje vertical



- $\varnothing 32$ - - - $\varnothing 80/100$
- · - · $\varnothing 40$ - - - $\varnothing 125$
- - - $\varnothing 50/63$

⚠ - Importante

En combinación con la característica DSBC-...-L1, no se admiten fuerzas transversales.

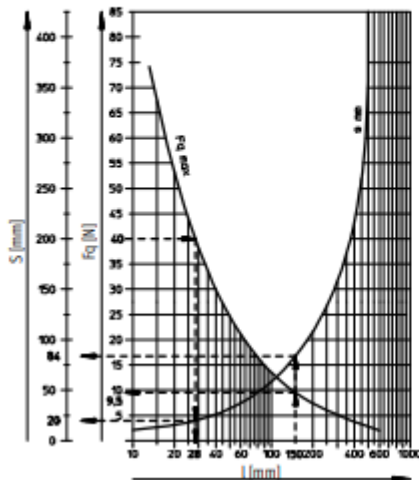
Holgura torsional admisible con variante Q – Con seguridad torsional						
Diámetro del émbolo	32	40	50	63	80	100
Holgura torsional [°]	±0,65	±0,6	±0,45	±0,45	±0,45	±0,45

Fuerza transversal F_q máx. en función de la carrera l y de la palanca s

Q – Con seguridad torsional

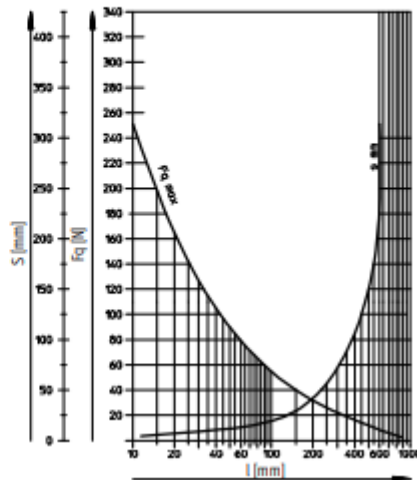
Ø 32

Par de giro máx. = 800 Nmm / Carrera máx. = 300 mm



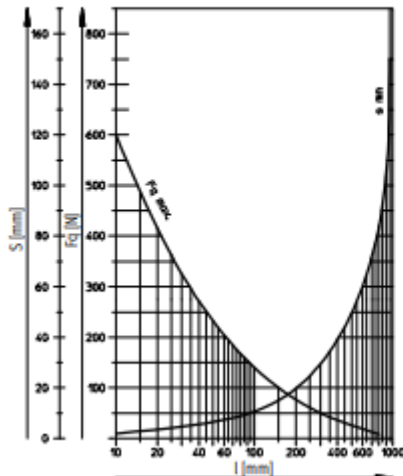
Ø 40

Par de giro máx. = 1100 Nmm / Carrera máx. = 400 mm



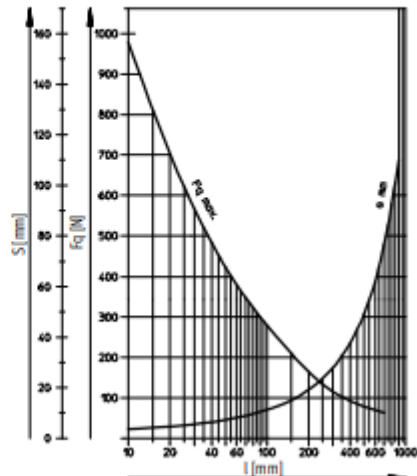
Ø 50/63

Par de giro máx. = 1500 Nmm / Carrera máx. = 500 mm



Ø 80/100

Par de giro máx. = 3000 Nmm / Carrera máx. = 600 mm



Ejemplos para diámetro de émbolo de 32 mm

Ejemplo 1:

Carrera l = 150 mm

Resultado: admisible

Fuerza trans. F_q = 9,5 NPalanca s = 84 mm

Ejemplo 2:

Fuerza trans. F_q = 40 N

Resultado: admisible

Carrera l = 28 mmPalanca s = 20 mm

Ejemplo 3:

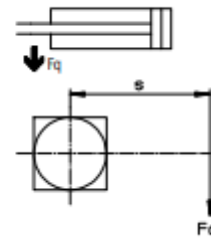
Carrera l = 150 mmPalanca s = 100 mm

Par de giro máx. de 800 Nmm

Palanca de 100 mm

= 8 N

Resultado: admisible

 $F_q = 8 \text{ N} < F_{q\text{máx.}} = 9,5 \text{ N}$ 

3.2.10. MOTOR ELÉCTRICO SIEMENS

SIEMENS


Hoja de datos de motores de jaula de ardilla trifásicos
Data sheet for three-phase Squirrel-Cage-Motors

Datos de pedido: 1LE1002-0BB32-2KA4
MLF8-Ordering data:

Tipo de motor: 1AV1063B

Número de pedido del cliente / *Client order*
Nº. de pedido Siemens / *Order no.:*
Número de oferta / *Offer no.:*

Nota / *Remarks:*



Nº. de ítem / *Item no.:*
Número de envío / *Consignment no.:*
Proyecto / *Project:*

U	Δ/Y	f	P	P	I	n	M	NOM. EFF at ... load [%]	Power factor at ... load	I _a /I _n	M _a /M _n	M _s /M _n	IE-CL								
[V]		[Hz]	[kW]	[hp]	[A]	[1/min]	[Nm]	4/4	3/4	2/4	4/4	3/4	2/4	I _a /I _n	M _a /M _n	M _s /M _n	T _s /T _n				
230	Δ	50	0,18	- / -	1,12	1360	1,3	57,0	55,1	47,8	0,71	0,62	0,49	2,8	1,9	2,1		IE1			
400	Y	50	0,18	- / -	0,64	1360	1,3	57,0	55,1	47,8	0,71	0,62	0,49	2,8	1,9	2,1		IE1			
460	Y	60	0,21	- / -	0,59	1670	1,2	66,0	63,7	56,5	0,68	0,58	0,47	3,2	2,1	2,3		IE1			
IM B14 / IM 3601																		FS 63 M	IP55	IEC/EN 60034	IEC, DIN, ISO, VDE, EN

Datos mecánicos / Mechanical data

Nivel de presión sonora (Lp_{fA}) 50Hz/60Hz

Momento de inercia
Moment of inertia 0,00037 kg m²

Rodamiento LA | LCA
Bearing DE | NDE 6201 2ZC3 | 6201 2ZC3

Vida útil de rodamiento
Bearing lifetime 40000 h

Lubricante
Lubricants Unirex N3

Dispositivo de relubricación
Regreasing device No

Boquilla de engrase
Grease nipple - / -

Tipo de rodamientos
Type of bearing Cojinete pretensado LA/DE
Preloaded bearing DE

Agujeros drenaje de condensado
Condensate drainage holes No

Borne de tierra externo
External earthing terminal

Nivel de intensidad de vibración
Vibration severity grade A

Aislamiento
Insulation 155(F) a 130(B)
155(F) to 130(B)

Tipo de servicio
Duty type S1

Sentido de giro
Direction of rotation ambas direcciones
bidirectional

Material de la carcasa
Frame material aluminio
aluminium

Datos del tiempo de parada del calentador
Data of anti condensation heating - / -

Pintura
Coating (paint finish) Pintura normal C2
Standard paint finish C2

Color
Color, paint shade RAL7030

Protección del motor
Motor protection (A) sin (estándar)
(A) without (Standard)

Método de refrigeración
Method of cooling IC411 - ventilación propia, refrigeración superficial
IC411 - self ventilated, surface cooled

Caja de bornes / Terminal box

Posición de la caja de bornes
Terminal box position arriba
top

Material de la caja de bornes
Material of terminal box aluminio
Aluminium

Tipo
Type of terminal box TB1 B00

Rosca del tornillo de contacto
Contact screw thread M4

Sección de conductor, máx.
Max. cross-sectional area 1,5 mm²

Diámetro de cable de... a...
Cable diameter from ... to ... 9,0 mm - 17,0 mm

Entrada de cable
Cable entry - / -

Pasacables
Cable gland - / -

Versiones especiales / Special design (0)

Condiciones ambientales / Environmental conditions

Temperatura ambiente
Ambient temperature -20 °C - +40 °C

Altitud sobre nivel del mar
Altitude above sea level 1000 m

Notes

I_a/I_n = locked rotor current / current nominal M_a/M_n = break down torque / nominal torque
M_s/M_n = locked rotor torque / torque nominal 1) Value is valid only for DOL operation with motor design IC411

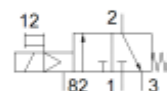
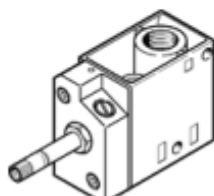
3.2.11. ELECTROVÁLVULA 3/2

electroválvula MFH-3-1/4

Número de artículo: 9964

FESTO

Con accionamiento auxiliar manual, sin bobina y sin conector.
Bobina y conector se piden por separado.



Hoja de datos

Característica	Valor
Función de las válvulas	3/2 cerrada monoestable
Tipo de accionamiento	eléctrico
Ancho	30,5 mm
Caudal nominal normal	800 l/min
Presión de funcionamiento	1,5 ... 8 bar
Construcción	asiento de plato
Tipo de reposición	muelle mecánico
Tipo de protección	IP65
Homologación	c UL us - Recognized (OL)
Diámetro nominal	7 mm
Patrón	32 mm
Función de escape	Estrangulable
Principio de hermetización	blando
Posición de montaje	indistinto
Accionamiento manual auxiliar	con enclavamiento
Tipo de control	prepiloto
Sentido del flujo	no reversible
Superposición	Superposición negativa
Tiempo de conmutación a la desconexión	29 ms
Tiempo de conmutación a la conexión	10 ms
Máx. impulso de prueba positivo con señal 0	2.200 µs
Máx. impulso de prueba negativo con señal 1	3.700 µs
Valores característicos de las bobinas	Consultar bobina; pedir por separado
Fluido	Aire comprimido según ISO 8573-1:2010 [7:4:4]
Indicación sobre los fluidos de funcionamiento y de mando	Opción de funcionamiento con lubricación (necesaria en otro modo de funcionamiento)
Clase de resistencia a la corrosión KBK	1 - riesgo de corrosión bajo
Temperatura de almacenamiento	-20 ... 60 °C
Temperatura del medio	-10 ... 60 °C
Temperatura ambiente	-5 ... 40 °C
Peso del producto	320 g
Conexión eléctrica	a través de bobina F, pedir por separado
Tipo de fijación	a elegir: Sobre regleta de bornes con taladro pasante
Conexión del aire de escape de pilotaje 82	M5
Conexión neumática 1	G1/4
Conexión neumática 2	G1/4
Conexión neumática 3	G1/4
Indicación sobre el material	Conforme con RoHS
Material de las juntas	NBR
Material de la carcasa	Fundición inyectada de aluminio

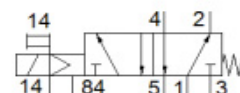
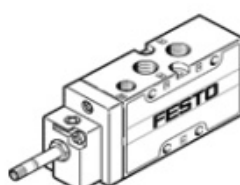
3.2.12. ELECTROVÁLVULA 5/2

electroválvula MFH-5-1/4-S-B

Número de artículo: 15902

FESTO

Con accionamiento auxiliar manual, sin bobina y sin conector.
Bobina y conector se piden por separado.



Hoja de datos

Característica	Valor
Función de las válvulas	5/2 monoestable
Tipo de accionamiento	eléctrico
Ancho	32 mm
Caudal nominal normal	1.300 l/min
Presión de funcionamiento	0 ... 10 bar
Construcción	asiento de plato
Tipo de reposición	muelle mecánico
Diámetro nominal	7 mm
Patrón	33 mm
Función de escape	Estrangulable
Principio de hermetización	blando
Posición de montaje	indistinto
Accionamiento manual auxiliar	mediante pulsador
Tipo de control	prepiloteado
Alimentación del aire de control	externo
Sentido del flujo	no reversible
Superposición	Superposición negativa
Presión de control	1,5 ... 10 bar
Valor B	0,29
Valor C	5,5 l/sbar
Frecuencia máx. de conmutación	3 Hz
Tiempo de conmutación a la desconexión	36 ms
Tiempo de conmutación a la conexión	12 ms
Máx. impulso de prueba positivo con señal 0	2.200 µs
Máx. impulso de prueba negativo con señal 1	3.700 µs
Fluido	Aire comprimido según ISO 8573-1:2010 [7:4:4]
Indicación sobre los fluidos de funcionamiento y de mando	Opción de funcionamiento con lubricación (necesaria en otro modo de funcionamiento)
Clase de resistencia a la corrosión KBK	1 - riesgo de corrosión bajo
Temperatura de almacenamiento	-40 ... 60 °C
Temperatura del medio	-10 ... 60 °C
Fluido de control	Aire comprimido según ISO 8573-1:2010 [7:4:4]
Temperatura ambiente	-5 ... 40 °C
Peso del producto	300 g
Conexión eléctrica	a través de bobina F, pedir por separado
Tipo de fijación	a elegir: en el distribuidor PR con taladro pasante
Conexión del aire de escape de pilotaje 84	M5
Conexión del aire de pilotaje 14	G1/8
Conexión neumática 1	G1/4
Conexión neumática 2	G1/4
Conexión neumática 3	G1/4

Característica	Valor
Conexión neumática 4	G1/4
Conexión neumática 5	G1/4
Indicación sobre el material	Conforme con RoHS
Material de las juntas	NBR TPE-U(PU)
Material de la carcasa	Fundición inyectada de aluminio

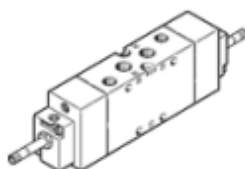
3.2.13. ELECTROVÁLVULA 5/3

electroválvula MFH-5/3E-1/4-B

Número de artículo: 19786

FESTO

Con accionamiento auxiliar manual, sin bobina y sin conector.
Bobina y conector se piden por separado.



Hoja de datos

Característica	Valor
Función de las válvulas	5/3 a descarga
Tipo de accionamiento	eléctrico
Ancho	32 mm
Caudal nominal normal	1.600 l/min
Presión de funcionamiento	3 ... 10 bar
Construcción	Corredera
Tipo de reposición	muelle mecánico
Diámetro nominal	10 mm
Patrón	33 mm
Función de escape	Estrangulable
Principio de hermetización	blando
Posición de montaje	indistinto
Accionamiento manual auxiliar	mediante pulsador
Tipo de control	prepiloto
Alimentación del aire de control	interno
Sentido del flujo	no reversible
Superposición	Superposición positiva
Valor B	0,38
Valor C	6,35 l/sbar
Frecuencia máx. de conmutación	3 Hz
Tiempo de conmutación a la desconexión	32 ms
Tiempo de conmutación a la conexión	23 ms
Tiempo de conmutación a la inversión	37 ms
Máx. impulso de prueba positivo con señal 0	2.200 µs
Máx. impulso de prueba negativo con señal 1	3.700 µs
Fluido	Aire comprimido según ISO 8573-1:2010 [7:4:4]
Indicación sobre los fluidos de funcionamiento y de mando	Opción de funcionamiento con lubricación (necesaria en otro modo de funcionamiento)
Clase de resistencia a la corrosión KBK	1 - riesgo de corrosión bajo
Temperatura de almacenamiento	-40 ... 60 °C
Temperatura del medio	-10 ... 60 °C
Temperatura ambiente	-5 ... 40 °C
Peso del producto	500 g
Conexión eléctrica	a través de bobina F, pedir por separado
Tipo de fijación	a elegir: en el distribuidor PR con taladro pasante
Conexión del aire de escape de pilotaje 82	M5
Conexión del aire de escape de pilotaje 84	M5
Conexión del aire de pilotaje 12	G1/8
Conexión del aire de pilotaje 14	G1/8
Conexión neumática 1	G1/4
Conexión neumática 2	G1/4

Característica	Valor
Conexión neumática 3	G1/4
Conexión neumática 4	G1/4
Conexión neumática 5	G1/4
Indicación sobre el material	Conforme con RoHS
Material de las juntas	NBR
Material de la carcasa	Fundición inyectada de aluminio

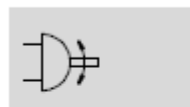
3.2.14. ACTUADOR GIRATORIO DFPD


Actuadores giratorios DFPD de doble efecto

Hoja de datos.

FESTO


Función



-  - Ângulo de giro
0 _ 90°



- **I** - Tamaño
10 - 480

-  - Momento de giro
10 - 480 Nm

Datos técnicos									
Tamaño	10	20	40	80	120	160	240	300	480
Modo de funcionamiento	Doble efecto								
Forma constructiva	Pistón y cremallera								
Amortiguación	Sin amortiguación								
Posición de montaje	Indistinta								
Toma de pilotaje	G3/8					G3/4			
	NPT3/8					NPT3/4			
La conexión de las válvulas corresponde a la norma	ISO 5211								
La conexión de válvula cumple la norma	VDI/VDE 3845 (NAMUR)								
Las conexiones para el posicionador y el sensor de posición corresponden a la norma	VDI/VDE 3845 (NAMUR)								
Características del taladro para la brida	F03	F04	F04	F05	F05, F07	F07, F10		F10, F12	
Ángulo de giro [°]	90								
Margen de ajuste en la posición final con 0° [°]	-5 ... +5								
Margen de ajuste en la posición final con 90° [°]	-5 ... +5								
Detección de la posición	Sistema óptico								
Sentido del cierre	Cierre hacia la derecha								

Condiciones de funcionamiento y condiciones ecológicas	
Presión de trabajo [bar]	2 ... 8
Presión nominal de funcionamiento [bar]	5,5
Medio de funcionamiento	Aire comprimido según ISO 8573-1:2010 [7:4:4]
Nota sobre el fluido de trabajo/mando	Punto de condensación bajo presión: 10 °C con temperatura ambiente / temperatura del fluido Opción de funcionamiento con lubricación (necesaria en otro modo de funcionamiento)
Temperatura ambiente [°C]	-20 ... +80
Marcado CE (ver declaración de conformidad)	Según directiva de máquinas europea Según directiva CE de protección contra explosiones (ATEX)
→ www.festo.com	
ATEX, categoría gas	II 2G
Tipo de protección contra explosión, gas	cT4 X
ATEX, categoría polvo	II 2D
Protección antideflagrante para polvo	c 105°C X
Temperatura ambiente con riesgo de explosión [°C]	-20 ≤ T _a ≤ +80

Momento de giro nominal [Nm] en función de la presión de funcionamiento											
	Presión de funcionamiento [bar]										
Tamaño	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	7	8
10	3,7	4,7	5,6	6,6	7,5	8,4	9,4	10,3	11,2	13,1	15,0
20	7,3	9,1	11,0	12,8	14,6	16,4	18,3	20,1	21,9	25,6	29,2
40	13,9	17,4	20,9	24,4	27,9	31,3	34,8	38,3	41,8	48,7	55,7
80	30,0	37,5	44,9	52,4	59,9	67,4	74,9	82,4	89,9	104,9	119,9
120	42,7	53,4	64,0	74,7	85,4	96,1	106,7	117,4	128,1	149,4	170,8
160	58,5	73,2	87,8	102,5	117,1	131,7	146,4	161,0	175,6	204,9	234,2
240	85,2	106,5	127,8	149,1	170,4	191,7	213,0	234,3	255,6	298,2	340,8
300	109,8	137,2	164,7	192,1	219,6	247,0	274,5	301,9	329,3	384,2	439,1
480	172,4	215,5	258,5	301,6	344,7	387,8	430,9	474,0	517,1	603,3	689,5



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado

CURSO 2018/2019

DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA NEUMÁTICO PARA EL PALETIZADO INDUSTRIAL

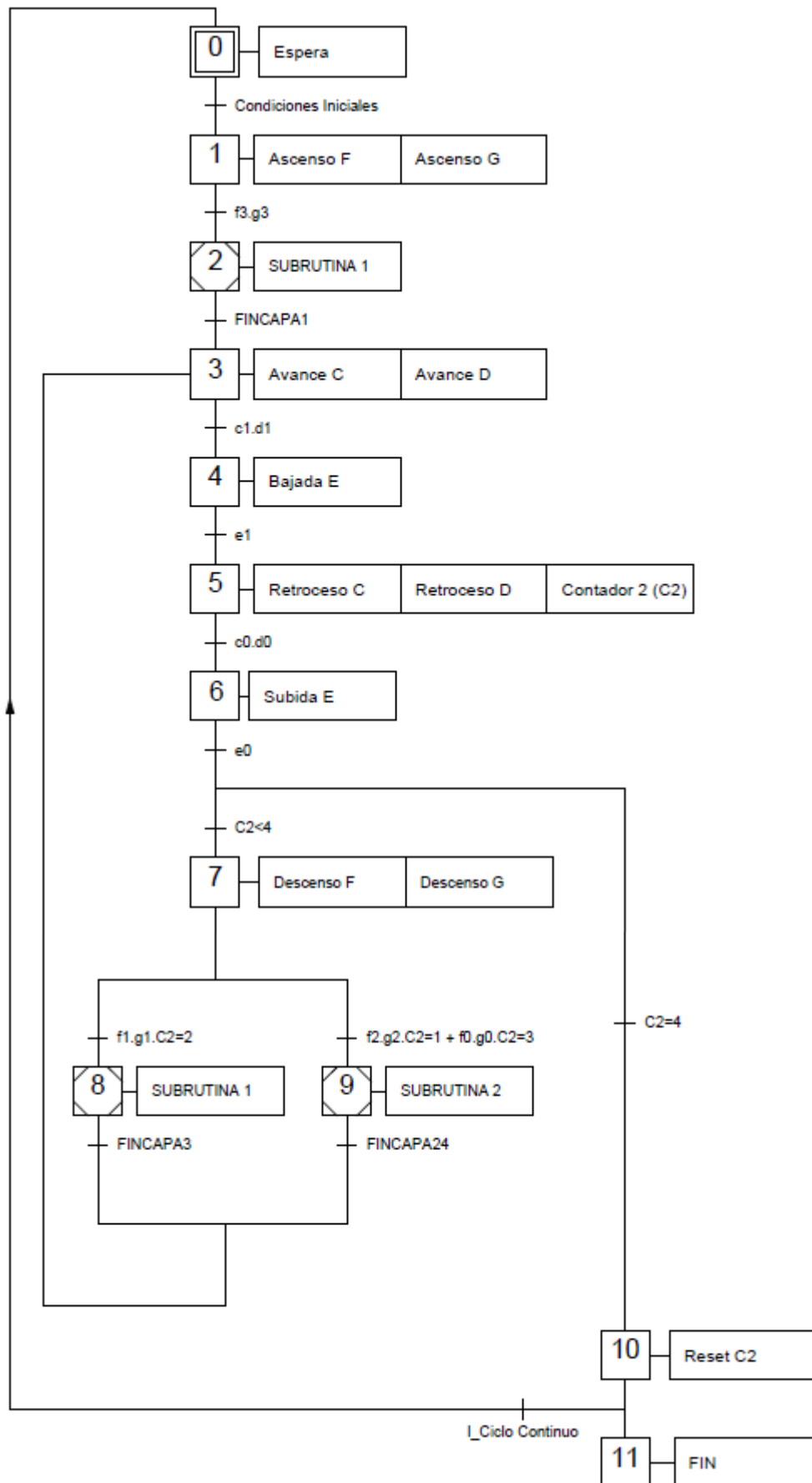
Grado en Ingeniería Mecánica

Documento 3

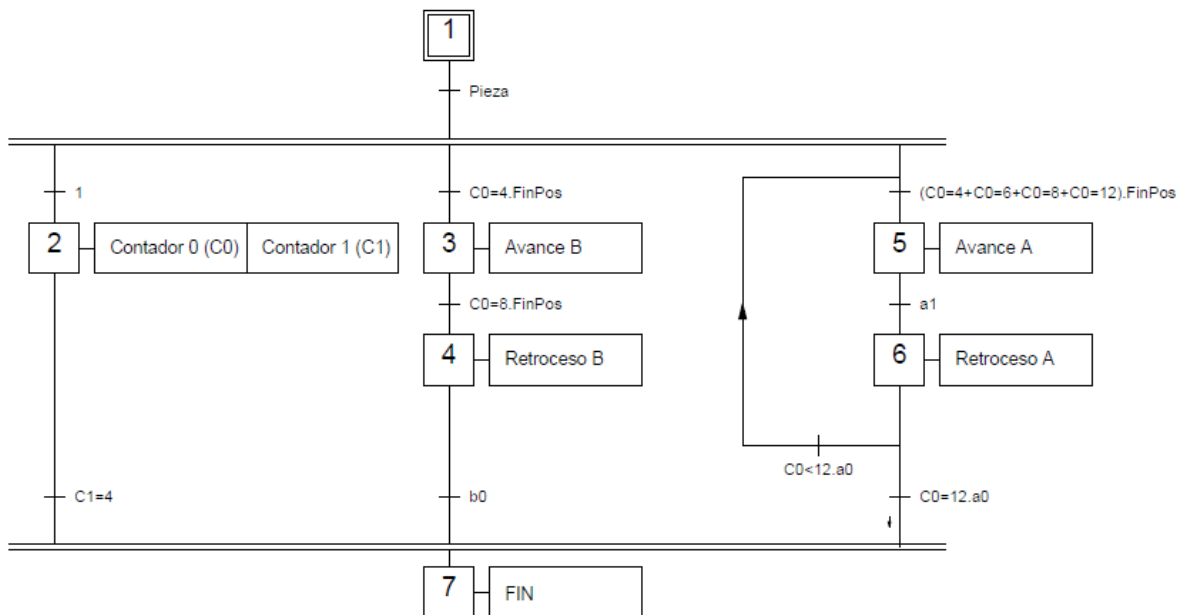
PLANOS

4. PLANOS

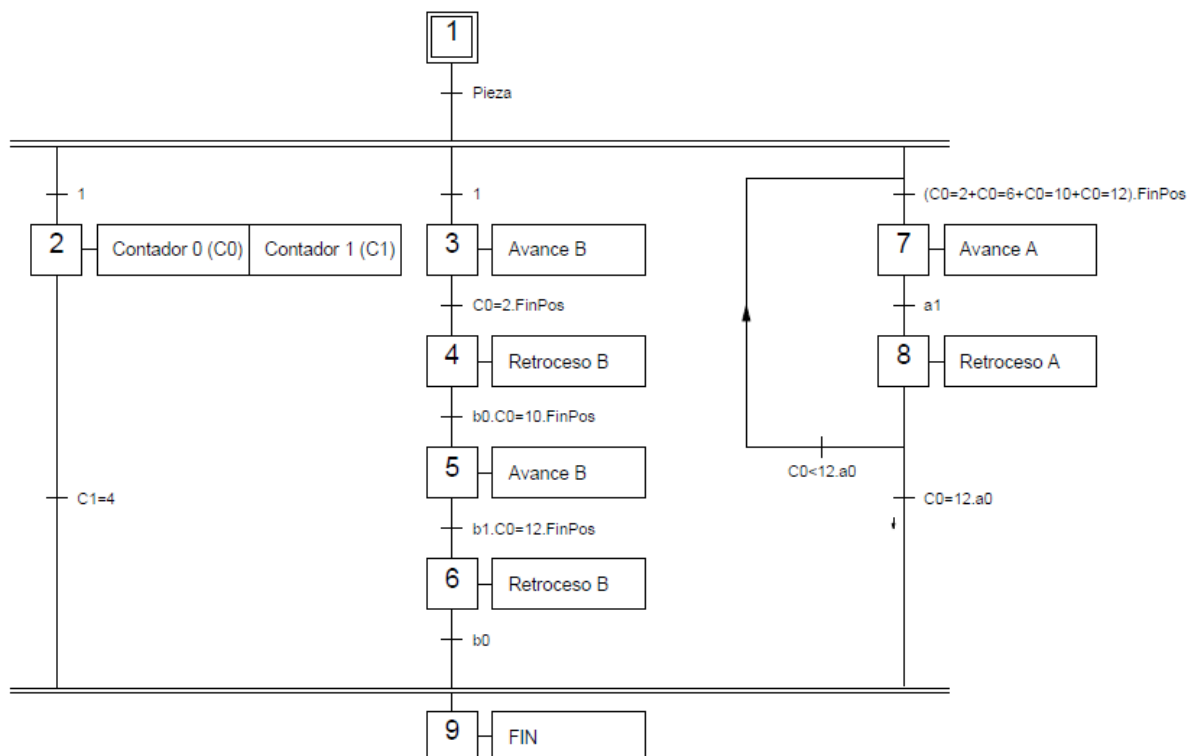
4.1. GRAFCET PROGRAMA PRINCIPAL



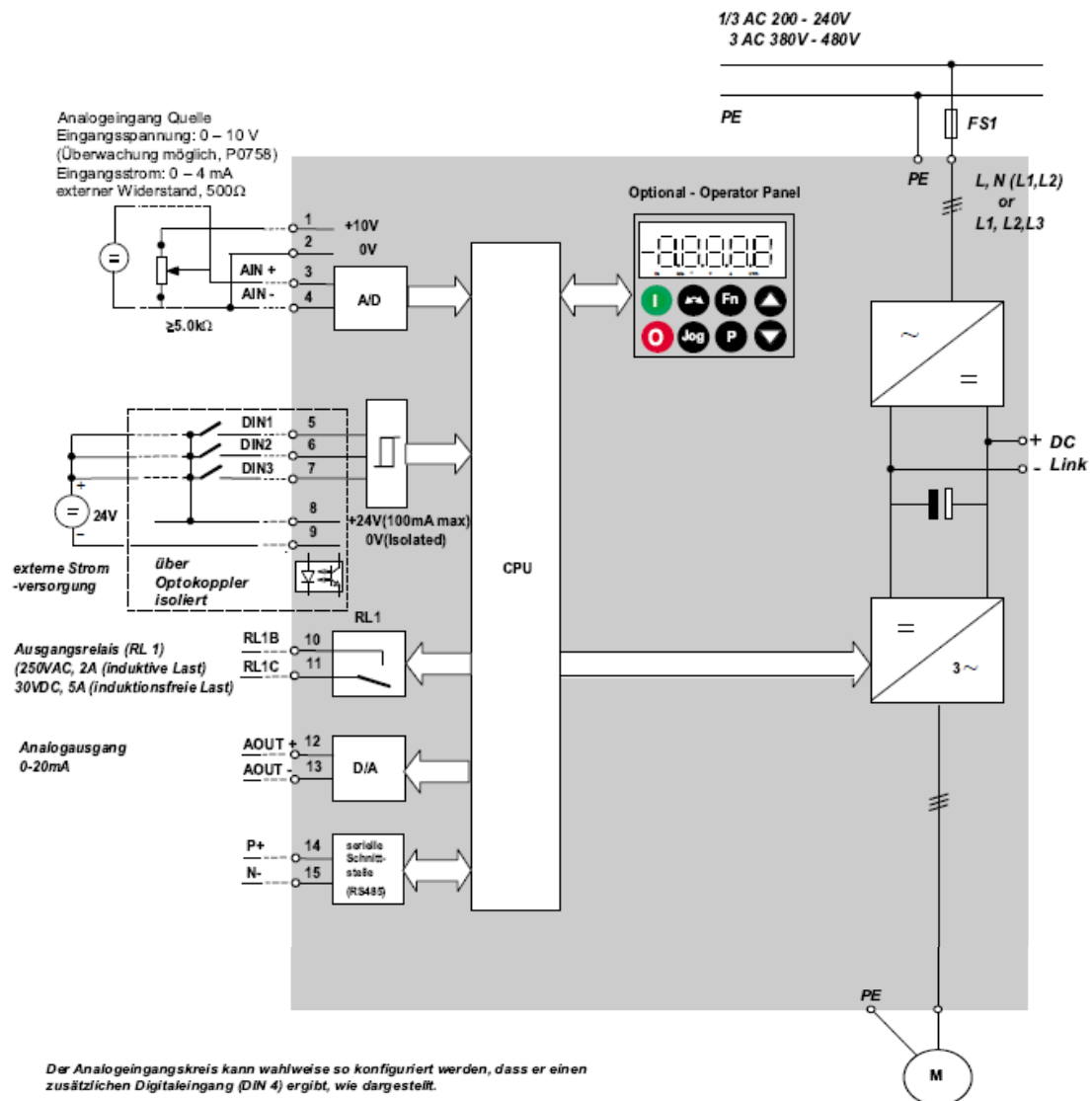
4.2. GRAFCET SUBPROGRAMA 1



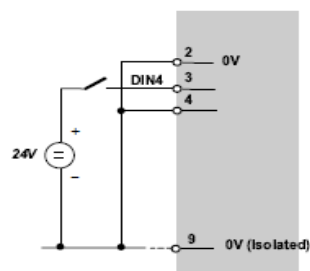
4.3. GRAFCET SUBPROGRAMA 2

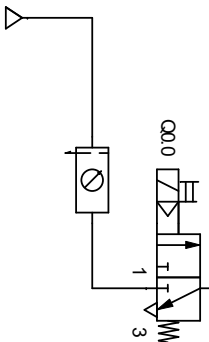
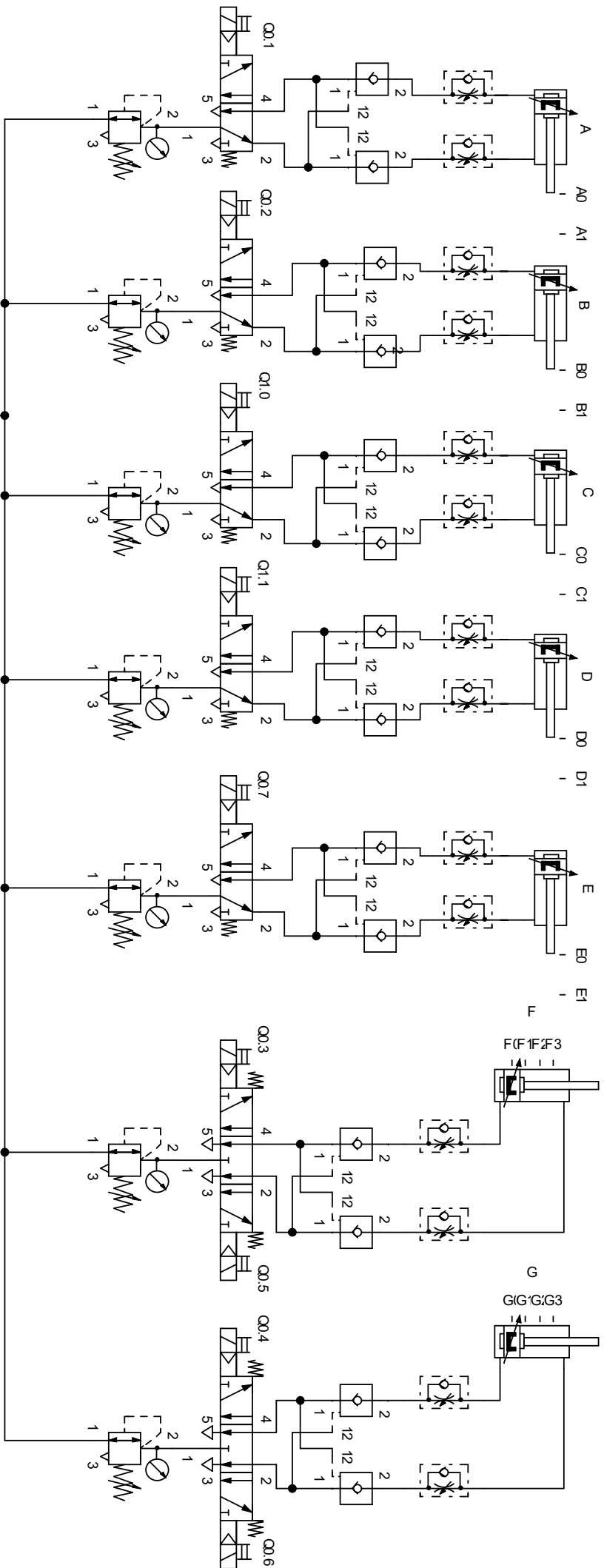


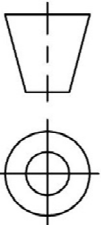

4.4. CONEXIONADO VARIADOR



4.5. INSTALACIÓN NEUMÁTICA



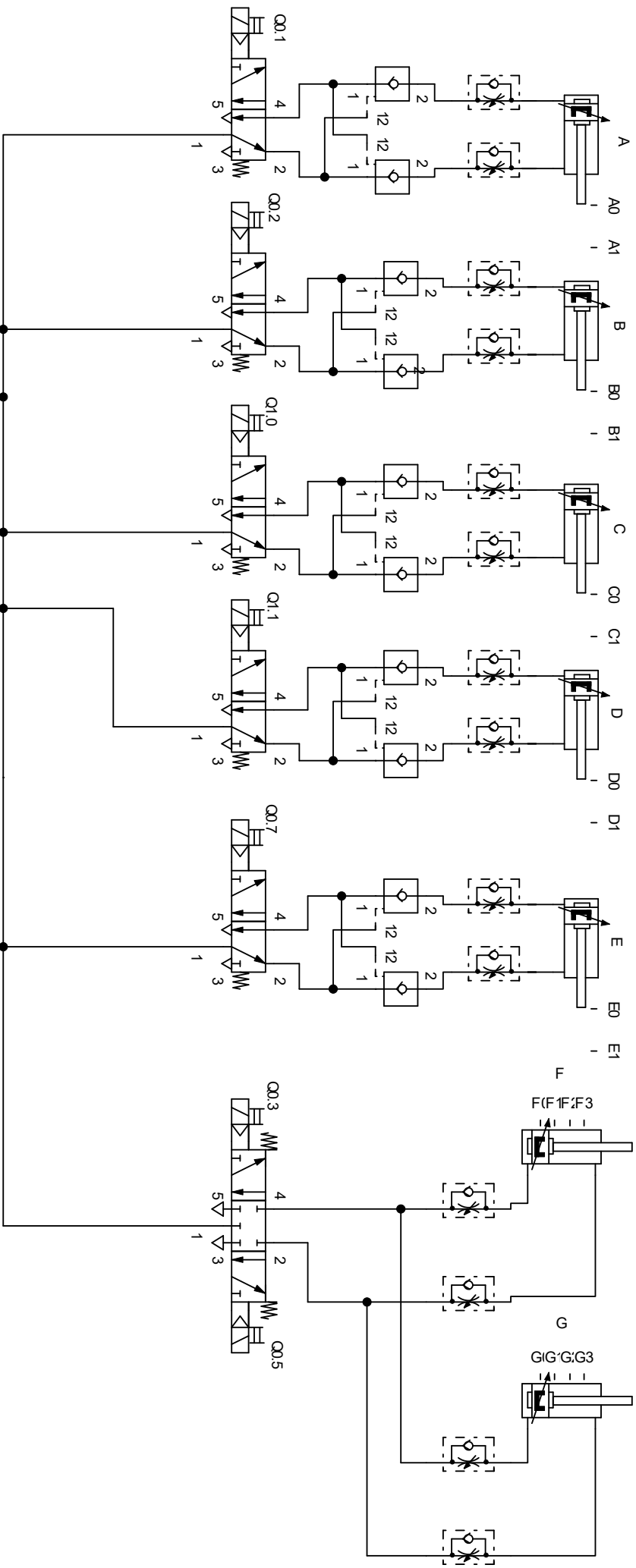




ESCALA		SISTEMA		FORMATO	
				DIN A4	
		AUTOR		FECHA	FIRMA
DIBUJADO		Alejandro Méndez Torres			
COMPROBADO		Javier Bouza Fernández			
Vº Bº NORMAS					
DIRECTOR DE PROYECTO		Javier Bouza Fernández			
ARCHIVO		SUSTITUIDO POR		SUSTITUYE A	
		PLANO		REV	
		Instalación neumática real		HOJA	
				1 DE 2	



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

PROYECTO
Diseño y simulación de un sistema neumático para
el paletizado industrial

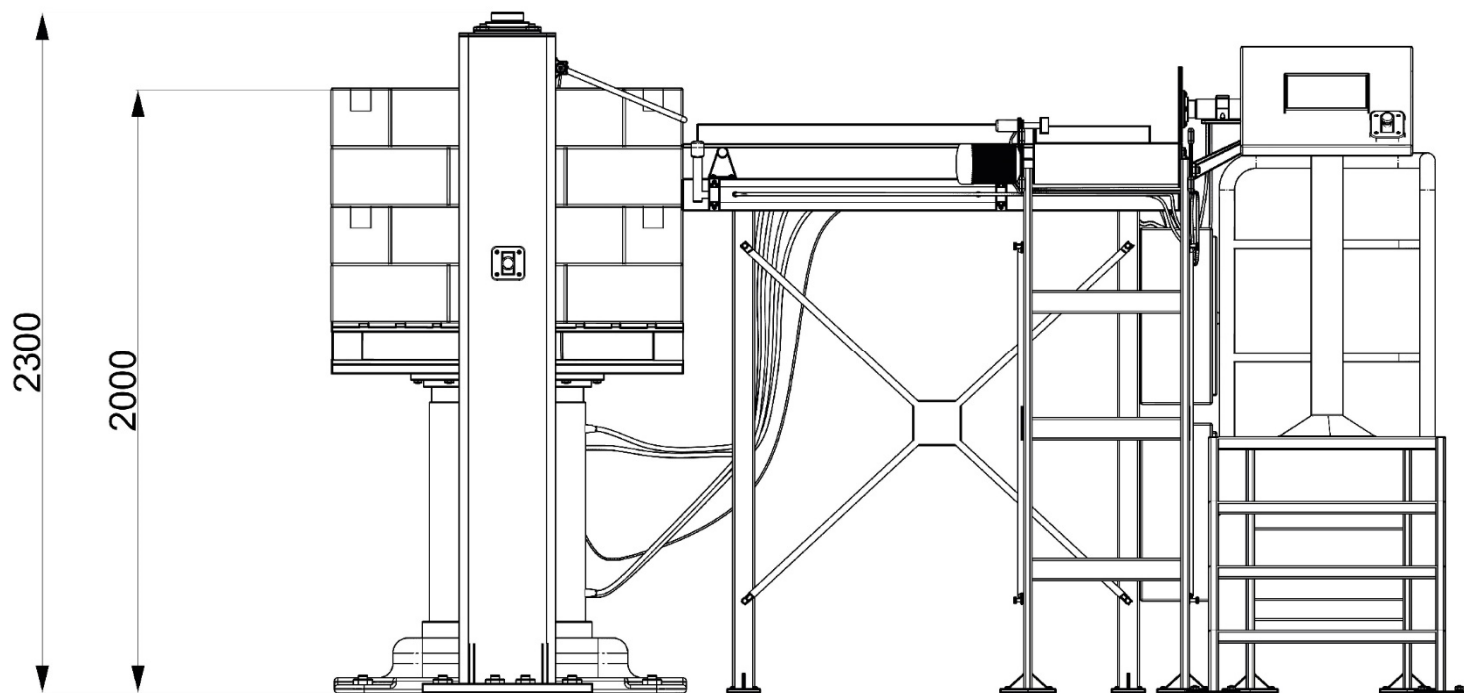


ESCALA		SISTEMA		FORMATO	
				DIN A4	
		AUTOR		FECHA	FIRMA
DIBUADO		Alejandro Méndez Torres			
COMPROBADO		Javier Bouza Fernández			
Vº Bº NORMAS					
DIRECTOR DE PROYECTO		Javier Bouza Fernández			
ARCHIVO		SUSTITUIDO POR		SUSTITUYE A	
		PLANO		REV	
		Instalación neumática prototipo		HOJA	
				2 DE 2	

UNIVERSIDADE DA CORUÑA



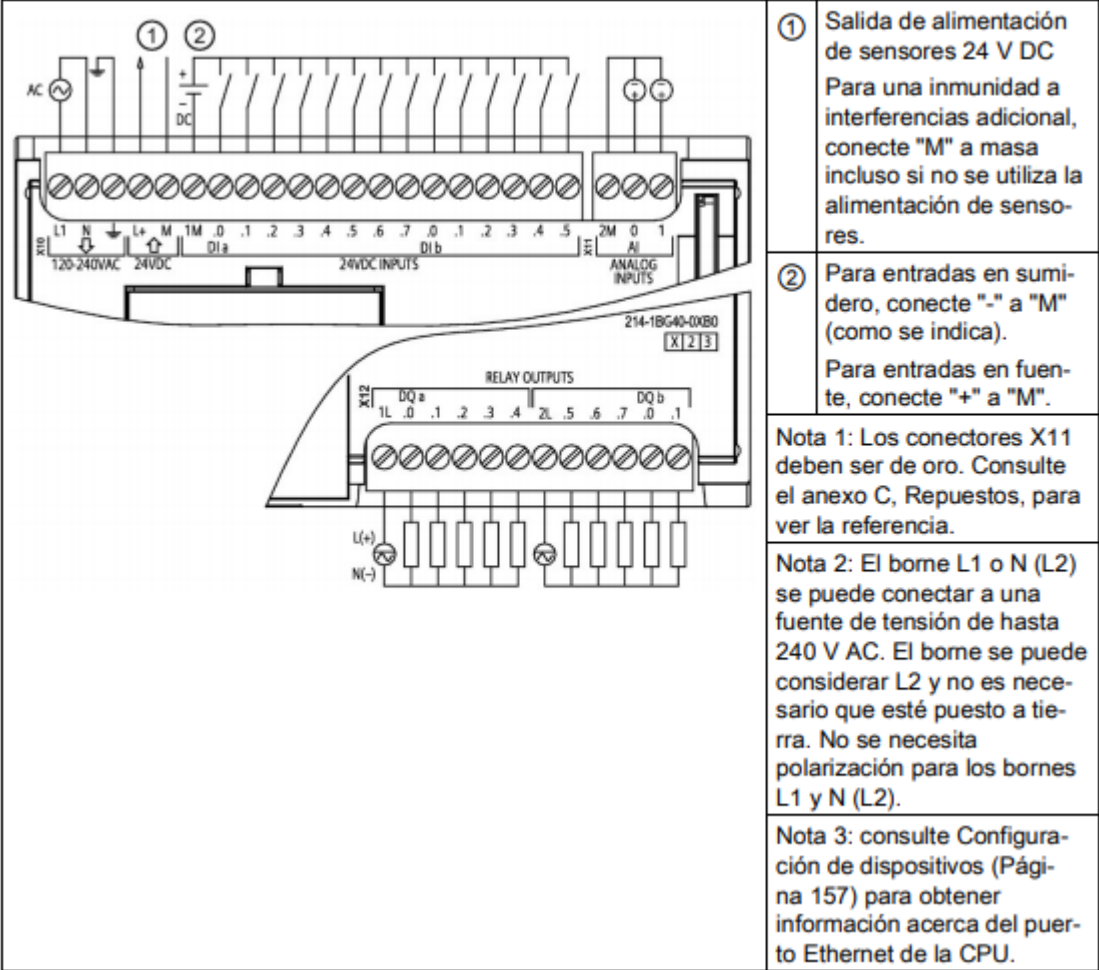
Diseño y simulación de un sistema neumático para el paletizado industrial



ESCALA 1:55		SISTEMA 		FORMATO DIN A-4		 UNIVERSIDADE DA CORUÑA					
	AUTOR		FECHA	FIRMA						PROYECTO Diseño y simulación de un sistema neumático para el paletizado industrial	
DIBUJADO	Alejandro Méndez Torres										
COMPROBADO	Javier Bouza Fernández										
Vº Bº NORMAS						PLANO Conjunto, vista frontal		REV	HOJA		
DIRECTOR DE PROYECTO	Javier Bouza Fernández								2 DE 2		
ARCHIVO			SUSTITUIDO POR			SUSTITUYE A					

4.7. DIAGRAMA DE CABLEADO CPU

Tabla A- 60 CPU 1214C AC/DC/relé (6ES7214-1BG40-0XB0)





UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado

CURSO 2018/2019

DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA NEUMÁTICO PARA EL PALETIZADO INDUSTRIAL

Grado en Ingeniería Mecánica

Documento 4

PLIEGO DE CONDICIONES

5. PLIEGO DE CONDICIONES

El pliego de condiciones que se presenta tiene como objetivo incluir el conjunto de normas, especificaciones e instrucciones técnicas que han de respetarse en la ejecución del proyecto.

Además, se establecerán las normativas que debe cumplir la maquinaria instalada en la línea de producción, y la normativa legal que sea necesaria para su adecuada ejecución.

La ejecución del proyecto se llevará cabo bajo la dirección de un ingeniero técnico industrial, o en su defecto, por un ingeniero industrial.

El pliego de condiciones técnicas establece la definición del montaje en cuanto a su naturaleza intrínseca. Los planos constituyen los documentos que definen las conexiones entre los diferentes componentes del sistema. El ente correspondiente queda obligado a abonar al ingeniero técnico industrial autor del presente proyecto y al director del montaje el importe de los respectivos honorarios facultativos de formación del proyecto, de dirección técnica y administrativa, con arreglo a las tarifas y honorarios correspondientes. El ingeniero redactor del proyecto se reserva el derecho de percibir todo ingreso que en concepto de derechos de autor pudieran derivarse de una posterior comercialización, reservándose además el derecho de introducir cuantas modificaciones crea convenientes.

5.1. CONDICIONES TÉCNICAS

5.1.1. REGLAS DE MANTENIMIENTO DEL AUTÓMATA

Los autómatas programables son aparatos diseñados para trabajar en un ambiente industrial, pero se deben observar una serie de reglas para garantizar su correcta utilización y prolongar su vida útil. Si carece de un mantenimiento adecuado pueden producirse fallos en el funcionamiento y su vida media se reduce de forma considerable.

Las normas básicas de mantenimiento son las siguientes:

- Las temperaturas recomendadas del recinto en el que se encuentre situado el PLC estarán comprendidas entre los 5°C y los 50°C aproximadamente.
- La humedad del ambiente se moverá en un margen del 20% al 80%.
- Deberá asegurarse una correcta sujeción de los elementos para evitar golpes y vibraciones.
- Estará protegido contra el polvo y los agentes corrosivos.
- El autómata deberá localizarse por estas razones en un armario con envolvente metálica.
- Se estudiará la necesidad de instalar un ventilador para mantener la temperatura por debajo de límite superior fijado anteriormente. En caso de ser necesario, el ventilador se colocará en la parte superior del armario.

5.1.2. CABLEADO

Sobre el cableado se deben seguir las siguientes reglas:

- Separar los cables de corriente continua de los de corriente alterna para evitar interferencias. Por tanto, en el autómata se colocarán los módulos de corriente continua y a continuación los de corriente alterna.
- Los cables de potencia (hasta 400V) y las líneas de señales pueden ser tendidas en los mismos canales y sin separación física, pero es aconsejable diferenciarlos y separarlos.

- Los cables de alimentación de entrada y salida deberán discurrir por canaletas separadas (30 cm si van paralelas). En caso de que esto no sea posible se situarán placas metálicas conectadas a tierra.

5.1.3. ALIMENTACIÓN

Deben considerarse los siguientes aspectos:

- En la alimentación de equipos en los que se instalan los autómatas programables será necesario tener en cuenta si ésta es para el aparato o por el contrario es para los emisores de señal y los receptores. Cuando la fuente de alimentación es independiente se deben prever medidas de vigilancia comunes de la tensión de carga de las fuentes de alimentación.
- Se debe proporcionar al autómata una tensión estable según el valor indicado por el fabricante y no se deben obviar los posibles picos de tensión creados por otros dispositivos de la instalación.
- Las oscilaciones de la tensión de red respecto al valor nominal deben encontrarse dentro del margen de tolerancia admisible.

5.1.4. MANTENIMIENTO BÁSICO GENERAL

El mantenimiento de un autómata es muy sencillo: consiste en realizar cada cierto tiempo una inspección visual para garantizar que se mantiene limpio, observar las condiciones ambientales, verificar y controlar los parámetros de la tensión de alimentación, comprobando que se encuentren comprendidas dentro de los márgenes adecuados y localizar y reparar los fallos que se produzcan.

En cuanto al mantenimiento de la instalación neumática, es importante verificar regularmente el buen estado de los actuadores, electroválvulas, válvulas antirretorno, sensores y elementos de conexión como racores y mangueras. En caso de detectar deterioro en alguno de los componentes, debe sustituirse por otro en perfectas condiciones, garantizando de ese modo la seguridad de la instalación y la de las personas de la planta. Además, se ha de mantener la correcta limpieza de la unidad de mantenimiento para evitar averías y desgastes prematuros en los elementos por los que circula el aire comprimido.

5.1.5. NORMATIVA DE SEGURIDAD E HIGIENE

Se seguirá la reglamentación de autómatas programables que se muestra:

- DIN 19237 Técnica de maniobras, conceptos.
- DIN 19239 Técnica de maniobras, autómatas programables, programación.
- DIN /VDE 0160, Equipado de instalaciones de potencia con equipos electrónicos.
- VDE 0660 T2 disposiciones para los aparatos de baja tensión.
- VDE 0106 Disposiciones contra la protección contra choque eléctrico. Normas de emisión electromagnética:
 - EN 50081-2: Entornos industriales.
 - Normas de inmunidad electromagnética:
 - EN 50082-2: Entornos industriales

Aunque en este trabajo no se ha profundizado en las instalaciones eléctricas que el sistema diseñado requiere, la máquina, como es lógico, se ceñirá siempre a las normas impuestas por el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión en materia de canalizaciones y

componentes eléctricos. También se deben destacar las protecciones físicas que han de instalarse en los equipos eléctricos: todos los elementos de este tipo, sobre todo cableado, autómatas, motor y variador, deben disponerse en ubicaciones bien aisladas de la humedad y el polvo, o acoplando aislamientos a dichos componentes para evitar accidentes y anomalías no deseadas en el sistema.

Por último, se ha de preservar la instalación completa de ambientes húmedos o donde puedan producirse derrames de agua, así como de lugares con riesgo de incendio, pues en las empresas dedicadas a actividades industriales existen siempre diversos peligros en este sentido, por lo que se debe procurar ejecutar los trabajos con total seguridad en todo momento.

Ferrol, 6 de septiembre de 2019



Alejandro Méndez Torres



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado

CURSO 2018/2019

DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA NEUMÁTICO PARA EL PALETIZADO INDUSTRIAL

Grado en Ingeniería Mecánica

Documento 4

PRESUPUESTO

6. PRESUPUESTO

En este documento se definen las unidades de cada una de las partidas que componen el Trabajo Fin de Grado. A partir de ahí se elabora el presupuesto, teniendo en cuenta el coste económico por unidades y por capítulos. Se han considerado 3 capítulos independientes:

- Capítulo I. Mano de obra empleada en la fase de diseño.
- Capítulo II. Mano de obra empleada en el ensayo con el prototipo de laboratorio.
- Capítulo III. Materiales. Este capítulo incluye la medición y coste de todos los elementos del sistema necesarios para la implantación real de la máquina en la industria. Engloba los componentes de la instalación neumática y del sistema de control, pero no contempla los elementos estructurales ni la instalación eléctrica, puesto que el trabajo se centra en la automatización.

Hay que indicar que el presupuesto está fundamentado en los precios consultados en Internet y en la estimación de las actividades o paquetes de trabajo imprescindibles pudiendo surgir otros gastos o variaciones en los costes del material para su implantación industrial.

CAPÍTULO I. MANO DE OBRA DISEÑO			
CONCEPTO	UNIDADES	COSTE UNITARIO (€/HORA)	IMPORTE (€)
Redacción de documentos (horas)	30	30,00 €	900,00 €
Diseño del programa de control (horas)	60	30,00 €	1.800,00 €
Diseño de interfaz HMI (horas)	55	30,00 €	1.650,00 €
TOTAL CAPÍTULO I			4.350,00 €

CAPÍTULO II. MANO DE OBRA SIMULACIÓN			
CONCEPTO	UNIDADES	COSTE UNITARIO (€/HORA)	IMPORTE (€)
Montaje físico de la instalación (horas)	12	20,00 €	240,00 €
Pruebas del sistema (horas)	8	15,00 €	120,00 €
TOTAL CAPÍTULO II			360,00 €

CAPÍTULO III. MATERIALES			
CONCEPTO	UNIDADES	COSTE UNITARIO (€)	IMPORTE (€)
Licencia de software TIA Portal	1	1.900,00 €	1.900,00 €
SIMATIC S7-1200 CPU 6ES7214-1BG40-0XB0	2	381,24 €	762,48 €
Motor eléctrico Siemens 0,18 kW	1	101,06 €	101,06 €
Variador Siemens MICROMASTER 420	1	249,48 €	249,48 €
Panel HMI Siemens KTP 700 Basic PN	1	562,00 €	562,00 €
Manguera de aire poliuretano Festo 50m	1	46,50 €	46,50 €
Cilindro redondo DSNU Festo	2	69,67 €	139,34 €
Cilindro normalizado DSBC Festo	4	173,32 €	693,28 €
Actuador giratorio DFPD Festo	1	82,21 €	82,21 €
Sensor de proximidad SOOE	2	25,00 €	50,00 €
Sensor de posición Festo	18	34,30 €	617,40 €
Electroválvula 3/2 Festo	1	115,25 €	115,25 €
Electroválvula 5/2 Festo	5	133,83 €	669,15 €
Electroválvula 5/3 Festo	2	141,15 €	282,30 €
Bobina magnética 24V	10	15,50 €	155,00 €
Fuente de alimentación DC 24V 2A	1	49,90 €	49,90 €
Seta de emergencia	1	5,00 €	5,00 €
TOTAL CAPÍTULO III			6.480,35 €

CAPÍTULO I. MANO DE OBRA DISEÑO	4.350,00 €
---------------------------------	------------

CAPÍTULO II. MANO DE OBRA SIMULACIÓN	360,00 €
--------------------------------------	----------

CAPÍTULO III. MATERIALES	6.480,35 €
--------------------------	------------

IMPORTE DE EJECUCIÓN MATERIAL	11.190,35 €
GASTOS GENERALES (13%)	1.454,75 €
BENEFICIO INDUSTRIAL (6%)	671,42 €

IMPORTE DE EJECUCIÓN	13.316,52 €
IVA (21%)	2.796,47 €

IMPORTE DE CONTRATA	16.112,98 €
---------------------	-------------

Ferrol, 6 de septiembre de 2019



Alejandro Méndez Torres

7. CONCLUSIONES

En este Trabajo Fin de Grado se ha desarrollado e implementado un sistema de control y supervisión para la realización de un proceso de paletizado industrial, así como la simulación física de la instalación mediante los recursos disponibles en el Laboratorio multidisciplinar de Hidráulica y Neumática y Sistemas Eléctricos y Electrónicos del Buque. El proyecto en cuestión no se ha reducido al desarrollo de la solución de automatización sino que, también, se han analizado los elementos de actuación y control y su integración como parte necesaria para conseguir un sistema de control óptimo. También se ha descrito una metodología de trabajo para el diseño e implementación del sistema, y se ha puesto en práctica con el presente proyecto. El haber optado por autómatas como dispositivos de control ha garantizado la interconexión y compatibilidad entre los distintos equipos a través de interfaces y protocolos de comunicación, pero también ha facilitado la operación con la pantalla HMI utilizada. En definitiva, el esfuerzo destinado a la consecución de los objetivos previamente definidos ha permitido llegar finalmente a un muy buen resultado, además de adquirir conocimientos muy útiles en el campo de la automatización industrial.

Para terminar, me gustaría agradecer el trabajo y el apoyo que mis tutores Javier Bouza Fernández y Carolina Camba Fabal han demostrado a lo largo del desarrollo del Trabajo Fin de Grado.

En primer lugar, doy las gracias a Javier por su cercanía y dedicación a la hora de instruirme en todos los aspectos técnicos relacionados con la neumática y la automatización. Sin haber seguido sus pasos, en lo relativo a la filosofía de programación y los métodos de resolución de problemas en este campo hubiera sido mucho más complicado realizar el trabajo con éxito. He adquirido, por consiguiente, grandes facultades que confío serán de utilidad en un futuro profesional próximo.

En segundo lugar, gracias a Carolina por ayudarme en los aspectos formales de la redacción del trabajo, como son la estructuración de los documentos elaborados y su adaptación a la norma, así como en las tareas administrativas que permiten llevar a cabo el proyecto.

8. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

- [1] Bouza Fernández, Javier; “Desarrollo y optimización de Metodologías para el Diseño e Implementación de sistemas electrohidráulicos y electroneumáticos eficientes”. Tesis Doctoral Universidad de A Coruña, 2015.
- [2] Festo, “Manual del usuario FluidSIM®4 Neumática”, Ref: D:HB-FSP4-ES, 2007.
- [3] Siemens, “Controlador Programable S7-1200, Manual de sistema”. Ref.: A5E02486683-AL, 2018.
- [4] Siemens, “Variador MICROMASTER 420. Instrucciones de uso”. Ref.: 6SE6400-5AA00-0EP0, 2001.
- [5] Siemens, “Variador MICROMASTER 420. Lista de parámetros”. Ref.: 6SE6400-5BA00-0EP0, 2002.
- [6] Siemens, “Simatic HMI. Paneles de operador. Basic Panels 2nd Generation, Instrucciones de servicio”. Ref.: A5E33293233-AC, 2019.
- [7] Siemens, Web "Industry Online Support". <https://support.industry.siemens.com>
- [8] Festo, “Guía de productos”. 2019.